VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

STANOVENÍ VÝKONOVÝCH NOREM PRO VYBRANÉ VÝROBKY

THE DEVELOP OF PERFORMANCE STANDARDS FOR SELECTED PRODUCTS

Student: Bc. Pavla Vránová

Vedoucí diplomová práce: Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.

Ostrava 2016

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Pavla Vránová**

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství

Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie

Specializace: 10 Technologický management

Téma: Stanovení výkonových norem pro vybrané výrobky
The Develop of Performance Standards for Selected Products

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika řešené problematiky. Základní pojmy.
2. Analýza současného stavu s ohledem na řešenou problematiku.
3. Stanovení výkonových norem vybraných výrobků, popř. jejich dílčích podsestav různými metodami: kvalifikovaným odhadem, chronometráží, metodou Basic Most nebo kombinovaně.
4. Porovnání použitých metod a zhodnocení jejich využitelnosti v podniku.
5. Celkové zhodnocení přínosu práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN ISO 690 (01 0197) *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů.* Praha: Český normalizační institut, 2011. 40 s.
KOLEKTIV AUTORŮ. *Metodika normování práce.* Praha: VÚSTE, 1973. 416 S.
LHOTSKÝ, Oldřich. *Organizace a normování práce v podniku.* Vyd. 1. Praha: ASPI, 2005, 104 s. ISBN 80-7357-095-5.
ŠAJDLEROVÁ, I. *Organizace a řízení výroby.* Vyd. 1. Ostrava: Fakulta strojí VŠB – TUO, 2012. 223 s. ISBN 978-80-248-2775-9

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.**

Datum zadání: 11.12.2015
Datum odevzdání: 16.05.2016

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA Fakulta strojní OSTRAVA

doc. Ing. Petr Mohyla, Ph.D.
vedoucí katedry

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 9. 5. 2016

Pavla Vránová

.....

Bc. Pavla Vránová

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 9. 5. 2016

Pavla Vránová
.....

Bc. Pavla Vránová
U tenisu 1226/21
Přerov

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

VRÁNOVÁ, P. *Stanovení výkonových norem pro vybrané výrobky: diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2016, 67 stran. Vedoucí práce: Šajdlerová I.

Diplomová práce se věnuje problematice stanovení výkonových norem pro vybrané výrobky ve strojírenském podniku. V úvodní teoretické části je představeno rozdělení spotřeby času a norem spotřeby práce, jsou popsány metody stanovení norem spotřeby práce a metody měření spotřeby času. V praktické části je provedena analýza současného stavu vybraných činností na montáži opticko–mechanických výrobků. Na dílčích podsestavách vybraných výrobků jsou aplikovány tyto metody stanovení výkonových norem: metoda kvalifikovaného odhadu, metoda rozborově chronometrážní a metoda Basic MOST.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

VRÁNOVÁ, P. *The Develop of Performance Standards for Selected Products: Master Thesis*. VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2016, 67 pages, Thesis head: Šajdlerová I.

This diploma thesis concentrates on the issue of establishment of standard times for selected products in the engineering company. In the introductory and theoretical part of this thesis, the division of time consumption and standard times of work consumption is introduced as well as the methods of work consumption time establishment and the methods of time consumption measurements are described. An analysis of the current status of selected operations is performed on the optical-mechanical products assembly in the practical part of this thesis. These methods of standard time establishment are applied to component subassemblies of selected products: the method of qualified estimate, analytically chronometrical method and the Basic Most method.

Obsah

Seznam použitého značení

Značení	význam	jednotka
C	celkem	min
CNC	číslicové řízení počítačem (Computer Numeric Control)	/
DČ	dávkový čas	min
J	jednotkový čas	min
K_r	koeficient rozpětí	/
MOST	Maynard Operation Sequence Technique	/
MTM	Methods-Time Measurement	/
Nmin	normominuta	Nmin
Nh	normohodina	Nh
P	postupný čas	min
TMU	Time Measurement Unit	/
UV	ultrafialový	/
UZ	ultrazvukový	/
VN	výkonová norma	Nmin
VP	výrobní příkaz	/
$\overline{X}$	aritmetický průměr z měření	/
a	součinitel složitosti výrobku	/
dv	výrobní dávka	/
kc	koeficient přirážky času směnového	/
n	počet náměrů	/
s	směrodatná odchylka	/
t	normovaná pracnost (norma času)	min
t_A	čas jednotkový	min
t_{AC}	čas jednotkový s přídavkem času směnového	min
t_B	čas dávkový	min
t_{BC}	čas dávkový s přídavkem času směnového	min
t_{MAX}	největší hodnota časové řady	min
t_{MIN}	nejmenší hodnota časové řady	min
t_V	čas jednotkový	min
x	činitel velikosti spotřeby času	/
z	hodnota podle konfidenčního intervalu	/

Úvod

Průmyslová výroba v České republice má svou nezastupitelnou úlohu. K tradičním odvětvím patří strojírenství. Pod pojem strojírenství si lze představit velké množství různých oborů: dopravní strojírenství, stroje a zařízení, elektronika, elektromechanika, přesná a jemná optika, zbrojní průmysl. Největším podílem jsou zastoupeny dopravní strojírenství a výroba strojů a zařízení.

Meopta - optika, s.r.o. Přerov, je podnik s dlouholetou tradicí, který se řadí do skupiny přesného strojírenství. Hlavním výrobním sortimentem je výroba a montáž přesných opticko-mechanických přístrojů a podsestav. Pro udržení své pozice na tuzemském i světovém trhu musí firma sledovat moderní trendy vývoje konkurenčních výrobků a zároveň nabízet a prodávat své výrobky za zákaznicky příznivé ceny. Pro samotný podnik to znamená zabezpečovat efektivní fungování výrobních systémů, neustále je zdokonalovat a optimalizovat, zavádět moderní technologie. Důležitým článkem systému je organizace a řízení práce a výroby.

Na produktivitu a efektivnost výroby má mimo jiné vliv i množství spotřebované práce. Pro objektivní plánování a řízení výroby, určování nákladů, odměňování zaměstnanců je prováděno normování spotřeby práce. Pro stanovení norem spotřeby práce je používána řada technik, výběr té správné metody závisí na velikosti měřeného množství výrobků, délce operace, druhu práce, opakovatelnosti výroby. Výstupy měření jsou použity pro stanovení normy spotřeby práce a dále také pro analýzu práce, posouzení výkonu pracovníků, zdokonalení postupů práce, eliminaci přesunů, pohybů a úkonů a to za předpokladu dodržení požadované kvality.

Cílem diplomové práce je provést analýzu a zhodnocení současného způsobu stanovení norem spotřeby práce opticko-mechanických výrobků nebo podsestav na montáži v podniku Meopta - optika, s.r.o. Přerov.

1 Obecná charakteristika řešené problematiky

1.1 Analýza práce

Analýza práce slouží pro systematické zkoumání pracovních procesů s cílem zlepšit stávající procesy nebo odstranit plýtvání v jejich průběhu. Na základě analýzy se procesy zlepšují – zjednodušují, uspořádávají, spojují, eliminují. Pro prvotní seznámení s pracovním procesem je možné použít písemnou analýzu. Pomocí ní se vytváří přehled o pracovních podmínkách, technických podmínkách, o výrobcích, o používaných strojích a nástrojích. Další formou poznávání procesů je dotazovací technika. Pomocí otázek CO?, KDE?, KDY?, KDO?, JAK? se zjišťují informace o vykonávané práci. Za každou zodpovězenou otázkou následuje ještě otázka PROČ? odůvodňující odpověď. Výhodou této techniky je zúročení poznatků z praxe, což vede k rychlejšímu nalezení možných nových řešení. [3] [5]

Procesní analýza

Procesní analýza se zaměřuje na jednotlivé operace, transport materiálu nebo produktu, skladování, čekání, kontroly kvality. Procesní analýza může sloužit také pro tvorbu nového layoutu, nebo být výchozím materiálem pro re-layout. Pro znázornění skutečných stavů se používají např. postupové grafy, špagetové diagramy, šachovnicová tabulka, Sankeyův diagram. [3]

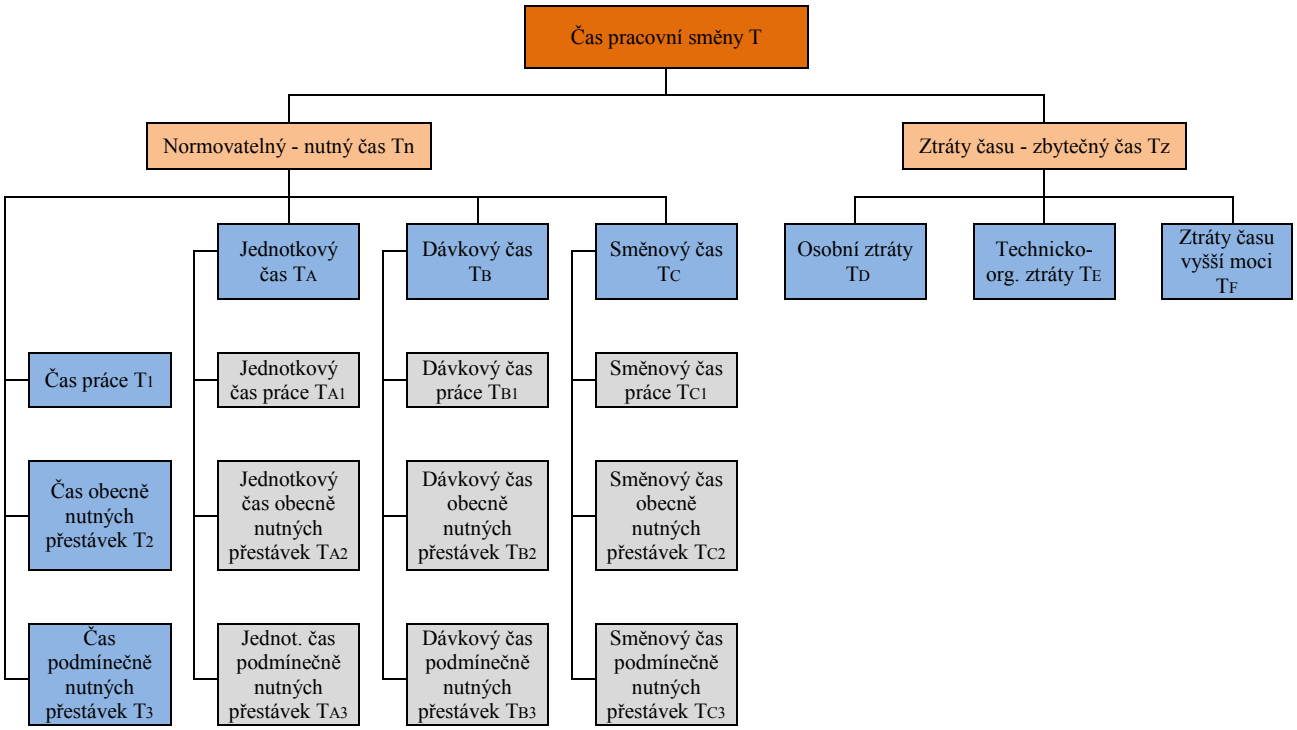
1.2 Třídění spotřeby času

Kapitola 1.2 byla vypracována na základě těchto zdrojů: [3]

1.2.1 Třídění spotřeby času pracovníka

Směna je předem stanovená pracovní doba, tzv. celková doba trvání směny. Dle zákoníku práce se v třísměnném provoze zaměstnanci střídají v práci po 8 hodinách. Čistá pracovní doba pak je 7,5 hodiny a zbylou část tvoří čas na zákonnou 30-ti minutovou přestávku na oběd.

Čas pracovní směny se dělí na čas nutný – normovatelný a zbytečný čas – ztráty času.



Obrázek 1: Třídění spotřeby času pracovníka

Normovatelný čas

Normovatelný čas se dále dělí na čas práce, čas obecně nutných přestávek a čas podmínečně nutných přestávek

- **Čas práce** je doba konání činností pracovníka, které jsou potřebné ke splnění dané operace nebo procesu.
- **Čas obecně nutných přestávek** vyplývá z přirozených potřeb pracovníků.
- **Čas podmínečně nutných přestávek** je doba nezbytných čekání a je dán úrovní používané techniky, technologie, organizace práce. Příkladem může být čekání pracovníka na dokončení chodu stroje, u pásové výroby synchronizace pracovníka s výrobním taktem linky, čekání na vytvrzení lepidla apod.

Čas nutný (normovatelný) se také člení podle toho, zda se opakuje při zpracování každé jednotky na čas jednotkový, dávkový a směnový.

- **Jednotkový čas** je doba trvání nutné práce a přestávek pro jednotku výkonu (kus, kg, metr, litr, atd.).

- Spotřeba jednotkového času závisí přímo úměrně na zpracovaném množství jednotek. Jednotkový čas se skládá z jednotkového času práce a z jednotkového času obecně a podmínečně nutných přestávek.
- **Dávkový čas** je doba trvání nutné práce a přestávek vztahující se na zpracování celé dávky. Spotřeba dávkového času závisí přímo úměrně na zpracovaném počtu dávek. Jedná se o časy potřebné k přípravě a zakončení operací při zpracování jedné dávky.
- **Směnový čas** je doba trvání nutné práce a přestávek vztahující se na dobu pracovní směny. Směnový čas se skládá ze směnového času práce a ze směnového času obecně a podmínečně nutných přestávek. Např. příprava pracoviště na začátku a konci směny.

Ztráty času

Ztráty času jsou obecně časy, které jsou nepotřebné pro pracovní proces a je třeba je najít a odstranit. Ztráty času se mohou rozdělit na ztráty osobní, technicko–organizační a ztráty času vyšší moci.

- **Osobní ztráty** času jsou způsobené pracovníkem, mohou být způsobené špatnou pracovní morálkou, nedodržením pracovních postupů apod.
- **Technicko-organizační ztráty** nejsou způsobeny pracovníkem ale například špatným stavem strojů a zařízení.
- **Ztráty času víceprací** jsou způsobené opravami výrobků z důvodu nekvalitních polotovarů, nástrojů, strojů apod.
- **Ztráty času čekáním** jsou ztráty času při čekání na odstranění závad pracovního zařízení, čekání na dodávky materiálu apod.
- **Ztráty času vyšší moci** jsou způsobené zásahy přírodních sil.

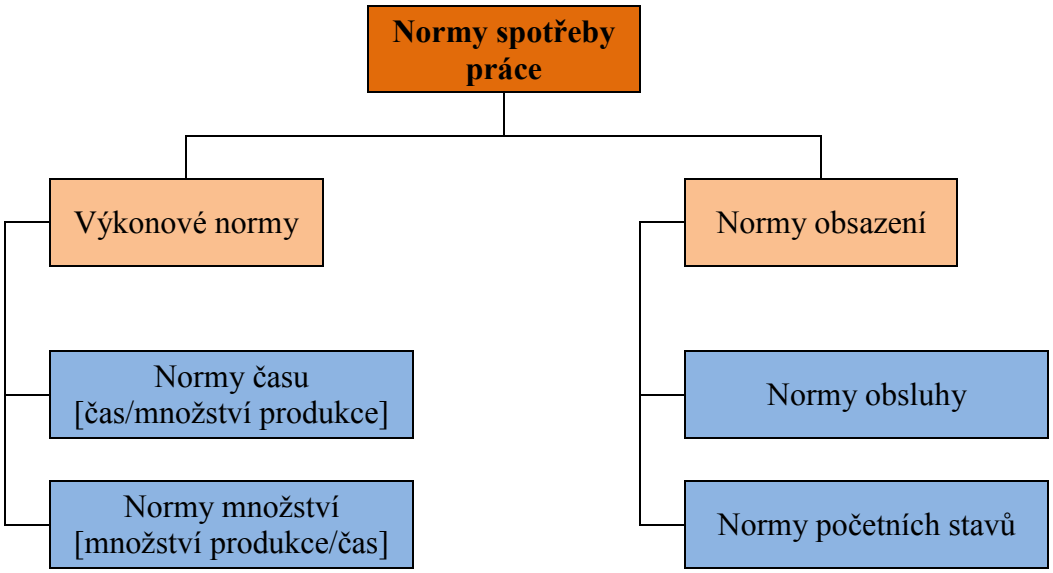
1.2.2 Třídění spotřeby času výrobního zařízení

Obvykle se používají pro zjišťování spotřeby času zařízení v chemickém průmyslu, v energetice, potravinářství, průmyslové výrobě.

- **Čas chodu** stroje se dělí na:
  - Čas hlavního chodu je doba činnosti stroje, zařízení, při které probíhají výrobní operace.
  - Čas pomocného chodu je doba činnosti stroje, zařízení, při které se provádí pomocné úkony potřebné v operaci.
- **Čas klidu** je doba nečinnosti stroje, zařízení kdy např. pracovník vykonává činnosti, které jdou uskutečňovat jen při klidu stroje, např. programování stroje.
- **Čas interference** je doba nečinnosti stroje, zařízení kdy stroj čeká na obsluhu, při vícestrojové obsluze je pracovník obsluhy zaneprázdněn jiným strojem.

1.3 Rozdělení norem spotřeby práce

Kapitola 1.3 byla vypracována na základě těchto zdrojů [3], pokud není uvedeno jinak.



Obrázek 2: Druhy norem spotřeby práce

Výkonové normy

Výkonové normy vyjadřují spotřebu práce, která je potřebná k vykonání zadané činnosti. Jsou základem pro kapacitní výpočty, organizaci a plánování práce, hodnocení pracovníků.

- **Normy času**. Vyjadřují spotřebu času pro vykonání zadané činnosti v normominutách [Nmin] nebo normohodinách [Nh].

Výpočet normované pracnosti (normy času) [7]:

$$t = t_{AC} + t_{BC}/dv \quad (1)$$

$$t_{AC} = t_A \times k_C \quad (2)$$

$$t_{BC} = t_B \times k_C \quad (3)$$

t	normovaná pracnost (norma času)
t_A	čas jednotkový
t_{AC}	čas jednotkový s přídavkem času směnového
t_B	čas dávkový
t_{BC}	čas dávkový s přídavkem času směnového
kc	koeficient přirážky času směnového
dv	výrobní dávka

- **Normy množství**. Vyjadřují množství kusů (operací), které má být vyrobeno v dané operaci (při dané činnosti) za jednotku času [ks/h], [ks/min].

Plnění výkonových norem se vyjadřuje v % a je důležitým ukazatelem pro hodnocení pracovníků a procesu. Při navýšení času při plnění operace dochází ke ztrátě, při snížení času se vytváří zisk. Snížení času nesmí být na úkor kvality provedení práce.

Normy obsazení

Stanoví potřebný poměr mezi počtem pracovníků a počtem obsluhovaných strojů, zařízení nebo uživatelů služeb.

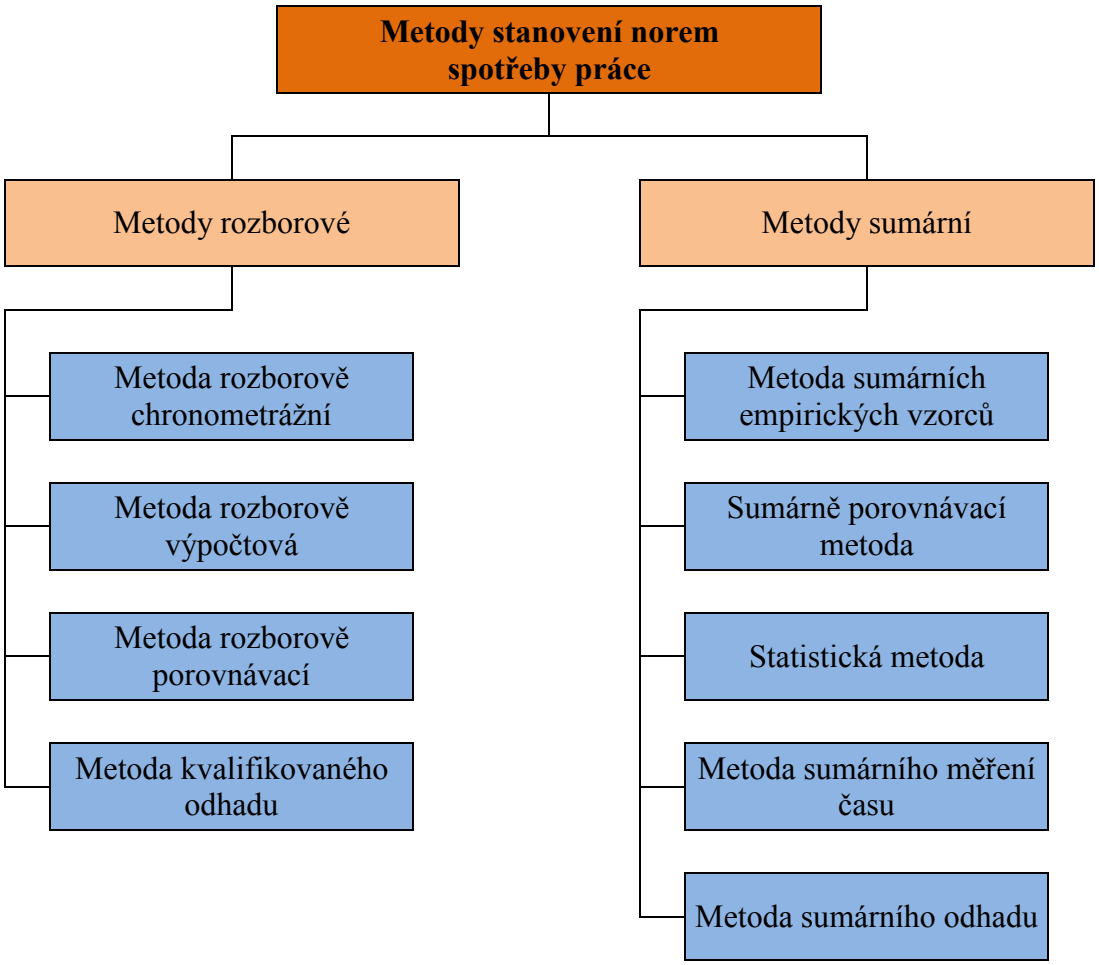
- **Normy obsluhy**. Vyčíslují počet obsluhovaných strojů, zařízení, uživatelů, služeb, které má obsluhovat jeden pracovník, nebo skupina pracovníků.
- **Normy početních stavů**. Stanoví počet pracovníků přesně definovaných profesí potřebných pro chod jednotlivých pracovišť, útvarů.

1.4 Metody stanovení norem spotřeby práce

Kapitola 1.4 byla vypracována na základě těchto zdrojů: [3]

Metody stanovení norem spotřeby práce se dělí na:

- rozborové metody
- sumární metody



Obrázek 3: Metody stanovení norem spotřeby práce

1.4.1 Rozborové metody

Metoda rozborově chronometrážní

Prvním krokem je rozbor měřené práce, její rozčlenění na menší úseky, operace a úseky operace. Čas jednotlivých částí se určuje na základě snímku operace, snímku průběhu práce a chronometráže. Pro určení dávkových a směnových časů se používá kontinuální časové studie, obvykle snímek pracovního dne. Pro získání objektivních informací z chronometráže je potřebné provést větší počet měření, tzn. mít k dispozici dostatečné množství výrobků. Nutným předpokladem je také kvalifikovaný, zaškolený pracovník a optimální pracovní podmínky.

Metoda rozborově výpočtová

Prvním krokem, stejně jako u předchozí metody rozborově chronometrážní, je rozbor měřené práce, její rozčlenění na úseky operace. Čas jednotlivých částí se určuje na základě již vypracovaných normativů.

Normativy spotřeby práce jsou údaje o spotřebě času pracovníka zjištěné na základě dlouhodobého pozorování sledované činnosti vykonávané za optimálních technicko -organizačních podmínek.

Normativy prvotní se používají pouze výjimečně, jejich použití je velmi pracné, nepřesnost je v rozsahu ± 5% až ± 8%. Normativy sdružené jsou vytvářené seskupováním do menších i větších logických celků pro snadnější a rychlejší použití pro stanovení norem pracovních úkonů a operací. Odvozené normativy jsou vhodné tam, kde je střední opakovatelnost výroby, kde není potřeba detailně vypracovaného pracovního postupu a kde je povolena přípustná nepřesnost v rozsahu ± 6% až ± 10%.

Mezi tyto metody se řadí např. metoda MTM a MOST.

Metoda rozborově porovnávací

Slouží k určování výkonových norem pro typově podobné výrobky. Pro stanovení výkonové normy vybraného výrobku se vychází z již stanovených výkonových norem tvarově a technologicky podobného výrobku. Tato metoda je vhodná pro malosériovou a kusovou výrobu. Přípustná nepřesnost norem je do 20%.

Metoda kvalifikovaného odhadu

Tato metoda je používána pro stanovení orientační VN pro účely předkalkulací nebo pro stanovení dočasné VN při zavádění nových výrobků do ověřovací série. Hodnota VN je určována na základě osobních zkušeností technologa nebo normovače který při kvalifikovaném odhadu vychází ze složitosti vyráběného dílu nebo montážní sestavy, použité výrobní technologie a z požadavků které musí díl nebo sestava splňovat. U montážních sestav může být vodítkem také počet montovaných dílů.

Při stanovení VN se může vycházet z již zpracovaných dílčích normativů času nebo VN pro dílčí části výrobku v případě jejich konstrukční podobnosti. Výsledná VN je součtem jednotlivých časů dílčích činnosti. [11]

1.4.2 Sumární metody

Používají se pro kusovou výrobu tam, kde nelze uskutečnit více měření a aplikovat rozborové metody. Výkonová norma stanovená těmito metodami není dostatečně přesná. Neprovádí se zde rozčlenění operace na menší úseky, čas je určený pouze celkovou hodnotou. Proto nejsou tyto metody vhodné pro analýzu a zdokonalování procesů.

Metoda sumárních empirických vzorců

"*Metoda sumárních empirických vzorců vychází ze zjištění jednoduchých funkčních závislostí a vzorce pro výpočet času normy a má obvykle formu rovnice:*

$$t = a \,.\, x^n \tag{4}$$

kde:

a *součinitel složitosti výrobku*

x *činitel velikosti spotřeby času, např. hmotnost, plocha nebo některý charakteristický hlavní rozměr – délka, průměr apod.*

n *mocnitel, který se pro jednoduchost výpočtů používá hlavně v podobě* x^2, x^n *apod.*" [3]

Sumárně porovnávací metoda

Výkonová norma vychází z porovnání již vypočtené výkonové normy operace (nebo části operace) známého produktu s novým produktem, který je typově a technologicky podobný.

Statistická metoda

Norma času vychází z podstaty výpočtu průměrné spotřeby času, tj. počítá se jako podíl skutečně odpracovaného času a počtu kusů (jednotek) za určité období. Použitelnost je u jednoduchých pracovních činností s krátkým výrobním cyklem.

Metoda sumárního měření času

Metodou sumárního měření se zjišťuje jedna hodnota spotřeby času, délka času na celou operaci současně pro více kusů.

Metoda sumárního odhadu

Závisí na schopnosti odhadu konkrétního normovače, je to metoda nespolehlivá.

1.5 Metody měření spotřeby času

Kapitola 1.5 byla vypracována na základě těchto zdrojů: [3], pokud není uvedeno jinak.

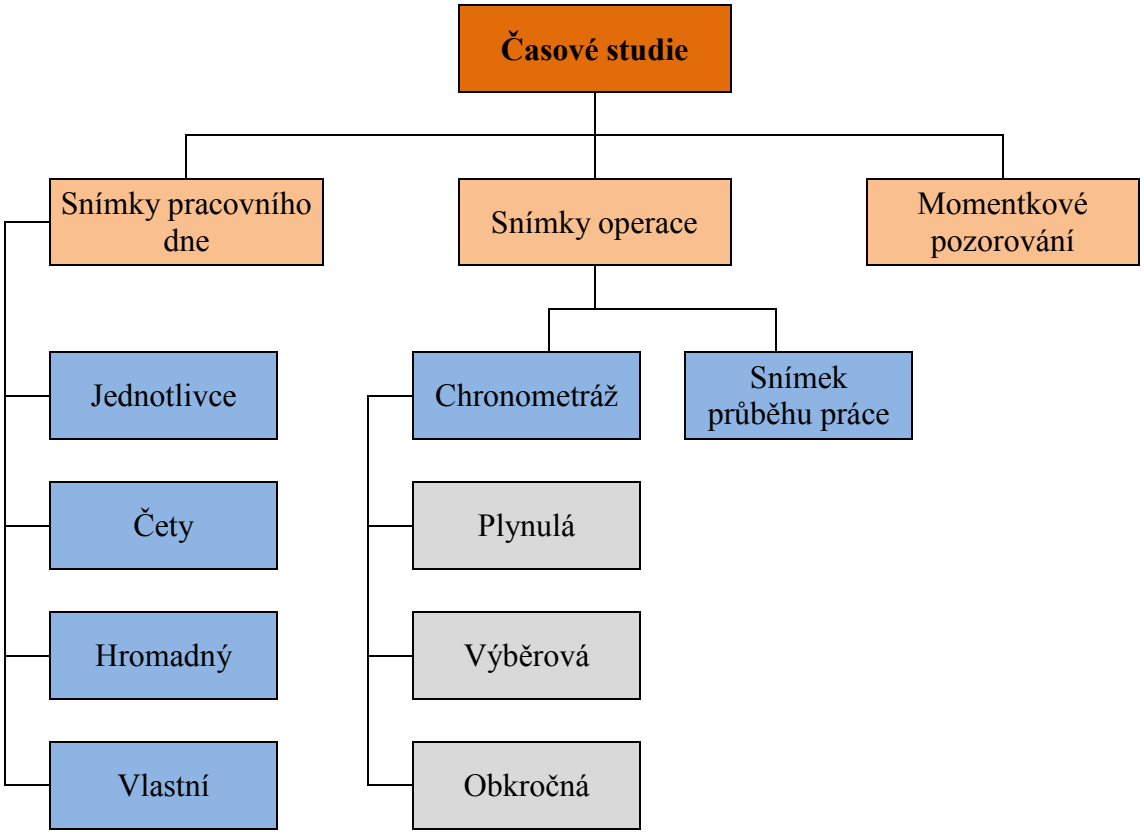
Spotřeba času práce se zjišťuje z důvodu potřeby plánování a řízení výroby, také pro stanovení měřítka výkonu pracovníků a jejich odměňování při zavádění nových výrobků. Jiným důvodem u již zavedeného výrobku může být změna materiálu, modernizace stávající technologie, změna stroje, zařízení, racionalizace.

Metody měření spotřeby času se dělí na:

- přímé
- nepřímé

1.5.1 Metody měření přímé – časové studie

Časové studie se řadí k metodám přímého měření, kdy pracovník provádějící měření tj. obvykle normovač nebo technolog, se nachází na pracovišti kde je prováděno měření a pomocí hodinek, stopek, video záznamu, software aj. zaznamenává časový průběh pozorovaného procesu a následně jej zapisuje do pozorovacích listů pro další vyhodnocení. Metody přímého měření mohou poskytnout informace o dobách trvání operací, úseků operací, přestávek obecně nutných, přestávek podmínečně nutných, dobách neproduktivních. Mohou také sloužit pro účely normování a současně být předmětem racionalizace.



Obrázek 4: Druhy časových studií

Snímek operace

Snímek operace se používá pro pozorování a analýzu pracovní operace nebo cyklu.

- **Snímek průběhu práce** se pak používá pro operace s nepravidelným cyklem a těžko předvídatelným časem. Pozorovatel zapisuje sled jednotlivých prací, přestávek s údaji o době jejich trvání.
- **Chronometráží** se stanovuje délka trvání pozorovaných operací. Operace se rozčlení na úseky, zvolí se měřící mezní body a naměřené časy se zapisují do chronometrážních listů.
    - **Chronometráž plynulá** je měření všech úkonů ve vybraných operacích dle správného sledu operací podle předepsaného technologického postupu.
    - **Chronometráž výběrová** je vhodná pro určení spotřeby času části operací nebo vybraných úkonů, kdy se zapisuje jen čas začátku a ukončení vybraných úkonů.
    - **Chronometráž obkročná** je zase uplatňována při nepravidelném sledu úkonů v operaci.

Opakovaným měřením pozorovaných operací se získá soubor časových hodnot tzv. náměry, jejichž hodnota kolísá. Je to způsobeno mnoha faktory: pracovníkem, kvalitou materiálu, okolními vlivy, délkou procesu. Pravděpodobný čas trvání operace se vypočítá jako průměr časové řady naměřených hodnot po vyloučení okrajových hodnot řady. Pro dosažení požadované přesnosti měření určíme potřebný počet náměrů pomocí vzorce (5) nebo doporučujících tabulek dle ukazatele typu výroby, délky úkonu, koeficientu rozpětí. Nejmenší povolený počet náměrů pro vyhodnocení průměrného času je 5 náměrů.

$$n = \left(\frac{z \times s}{k \times \bar{X}}\right)^2 \qquad [5] \qquad (5)$$

n počet náměrů

s směrodatná odchylka

z hodnota podle konfidenčního intervalu (z = 1,96 pro 95%)

k přípustná chyba v procentech

$\bar{X}$ aritmetický průměr z měření

Příprava a proces měření

Před samotným měřením musí být pozorovatel/normovač dobře seznámen s předmětem pozorování a měření času, zvolit vhodnou metodu měření, připravit pomůcky, zajistit a ověřit si potřebné náležitosti. Nezbytným předpokladem pro objektivní měření je standardizovaný technologický postup zavedený do výrobního procesu. Důležitý je výběr vhodného pracovníka s průměrným výkonem, volí se pracovník s potřebnou kvalifikací a dobou zaškolení. Doba zaškolení závisí na druhu a obtížnosti práce. Pracovníci, jejichž práce je předmětem pozorování a měření musí být před měřením seznámeni s jeho průběhem a po celou dobu dodržovat pracovní a technologickou kázeň.

Doba pozorování se určuje podle vypočítaného počtu náměrů tak, aby se pro předpokládanou obvyklou výrobní dávku také naměřily a přičetly (zohlednily) časy dávkové popř. směnové.

Vlastní pozorování se zaznamenávají do předem připravených pozorovacích listů. Zapisují se časy v mezních bodech pozorovaných činností, tzv. postupové časy. Jednotkové časy se vypočítají jako rozdíl dvou po sobě následujících postupových časů, z měření jsou vyloučeny časy, které nejsou nezbytné pro splnění dané operace. Zaznamenané časy jsou doplněny výstižným, stručným popisem vykonávané činnosti a na pozorovacím listu je zobrazen výsledek průměrné hodnoty časové řady. Součástí pozorovacích listů jsou také údaje jako datum měření, jméno pozorovatele, jméno pozorovaného, číslo střediska kde se operace provádí, název výrobku, číslo výkresu výrobku a technologického postupu. [3] [5]

Snímek pracovního dne

- **Snímek pracovního dne jednotlivce** zahrnuje nepřerušované pozorování průběhu práce po dobu celé směny. Z pozorování lze vyhodnotit podíl jednotlivých druhů prací, přestávek pracovníka, určit dávkové a směnové časy, čas výrobního cyklu, procento využití pracovního času pracovníků, strojů a zařízení, analyzovat nadbytečné operace, zbytečné činnosti, čekání a hledat případná úsporná opatření. Snímek pracovního dne lze zpracovávat jak pro jednotlivce, tak i pro pracovní skupinu lidí – četu, nebo hromadný pro skupinu pracovníku vzájemně pracovně na sobě nezávislých. Nejpodrobnější měření a zaznamenávání jednotlivých dějů umožňuje snímek pracovního dne jednotlivce. Při tomto druhu měření je na pozorovatele i pozorované pracovníky kladena zvýšená psychická zátěž.

- **Pracovní snímek hromadného pozorování,** při němž obchází pozorovatel jednotlivé pracovníky a zaznamenává právě probíhající děj. Čím je interval pochůzky kratší, tím je pozorování přesnější. Pro rychlé zapisování do pozorovacích listů a snadnou orientaci zapisovatele je používán soubor jednoduchých symbolů vyjadřující jednotlivé děje.

Snímek pracovního dne vlastní – slouží pro samotného pracovníka, který získává údaje o využití času, podílu práce a přestávek. [3] [5]

Momentkové pozorování

Momentkové pozorování je založeno na teorii pravděpodobnosti, provádí se v náhodně zvolených časových úsecích a podává informace o rozložení pracovních činností a pracovního času pracovníka. Výhodou tohoto pozorování je menší náročnost na pozorovatele a pracovníky. [3] [5]

Snímek dvoustranného pozorování

Metoda se zabývá pozorováním pracovního procesu a zároveň i technologického procesu. Používá se zpravidla tam, kde převažuje čas technologický nad časem práce. [5]

Prostředky, nástroje měření

Hodinky, stopky, záznam na kameru, počítačové programy, záznamové listy. Klasická měření jsou prováděna pomocí stopek, hodinek a postupový čas je bezprostředně zaznamenáván do pozorovacích listů a vyžaduje větší přípravu a pozornost normovače. Při chybném zápisu čas vybočující z časové řady je z měření vyloučen. Modernější metodou je zaznamenávání průběhu zpracovávání operací pomocí videozáznamu. Výhodou je možnost vrácení a přehrání záznamu, detailnější pozorování a možnosti analýzy pozorované práce s cílem identifikovat zbytečné činnosti a optimalizovat proces. [3] [5]

Výhody měření přímého

Aktivní účast v procesu, sledování vlivů prostředí.

Nevýhody měření přímého

Subjektivní pohled na výkon, psychická zátěž na pozorovaného pracovníka.

1.5.2 Metody měření nepřímé – systém předem stanovených časů

Metody měření nepřímé jsou založeny na systému normativů pohybů. Data pro tyto metody byla získána dlouhodobým pozorováním v praxi. Tyto metody vycházejí z předpokladu, že práce je vykonávána zaškoleným kvalifikovaným pracovníkem, průměrným výkonem a za optimálních pracovních podmínek.

Systém předem stanovených časů umožňuje na základě předem stanovených časů jednotlivých, pravidelně se opakujících elementárních pohybů určit časy zkoumaných činností. Vychází z předpokladů potvrzených sledováním, že délka základních pohybů vykonávaná různými pracovníky je téměř stejná. Předem určené časy jsou získané z velkého množství dlouhodobých měření práce a následně z nich byly statisticky vyhodnoceny časové hodnoty trvání jednotlivých pohybů.

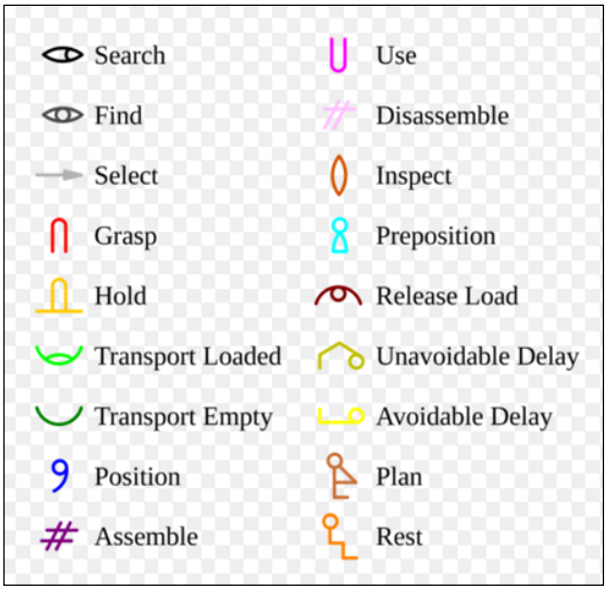
Hlavní jednotkou měření času je 1 TMU (Time Measurement Unit), tato odpovídá převodnímu vztahu 1 TMU = 0,00001 h = 0,0006 min = 0,036 s, 1 s = 27,78 TMU. [5] [8]

Vývoj metod předem stanovených časů

Prvním známým průkopníkem v oblasti studií lidské práce, dnešní analýzy a měření práce v USA byl F. W. Taylor (1856 – 1915). Působil ve společnosti Midvale Steel sídlící ve Faladelfii, prošel pracovním vývojem od strojníka až po hlavního strojního inženýra. Byl zastáncem technokratického přístupu řízení. Snížení času práce a tím zvýšení pracovního výkonu dělníků viděl v rozdělení pracovních operací na kratší úseky a eliminování zbytečných pohybů na těchto úsecích. Prosazoval zavedení standardizovaných postupů práce a dohlížel na jejich skutečné vykonávání. Taylorovy zásady řízení byly publikovány v jeho knize Principles of Scientific Management vydané v r. 1911. [6]

Pokračovatelem v oblasti studií lidské práce byl americký inženýr F. B. Gilbreth (1868 – 1924), tvůrce pohybových studií. Na rozdíl od svého předchůdce F. W. Taylora se nezabýval primárně samotným zvýšením produktivity práce ale oblastí optimalizace a organizace práce. Svým neustálým pozorováním lidské práce vysledoval 18 základních pohybů/prvků „Therbligs“, které se pravidelně opakují.

Spolu se svou manželkou Lilian povoláním psycholožkou a průkopnicí psychologie řízení se zabýval také průmyslovým designem, ergonomií a vlivy pracovního prostředí na práci lidí. [10]



Obrázek 5: Ukázka ”therbligs” [15]

Teprve ale až americký inženýr A. B. Segur (1886 – 1975) poukázal na souvislost mezi pohybovými a časovými studiemi. Využil rozdělení základních pohybů/prvků práce „Therbligs“ dle F. B. Gilbretha a okolo roku 1925 představil analýzu času pracovních metod nazvanou MTA (Methods time analysis).

Metoda předem stanovených časů MTM

Tato kapitola byla vypracována na základě těchto zdrojů: [2] [5] [8]

MTM (angl. Methods-Time Measurement)

Metoda byla zveřejněná v roce 1948, v 50. letech byla představena Evropě a její význam od té doby postupně narůstá. V současné době je to nejrozšířenější metoda předem stanovených časů u nás.

Při použití základní Metody MTM1 se postupně rozkládají analyzované manuální činnosti na operace, úseky, úkony až na základní pohyby. Následně se každému pohybu přiřadí z datových tabulek časová norma, která dále závisí převážně na vzdálenosti (měřeno v cm), hmotnosti (měřeno v kg), úhlu, případu a typu pohybu.

Pohyby jsou rozděleny do tří základních skupin. Pohyby horních končetin jsou rozděleny na osm pohybů, pohyby očí s možností dvou pohybů a pohyby dolních končetin a těla při rozlišení patnácti pohybů. Metoda používá dohodnutých mezinárodních symbolů pro jednotlivé druhy a případy symbolů.

Základní metoda je díky podrobnosti analýz poměrně pracná, proto je vhodná pro sériovou a malosériovou výrobu. Pro malosériovou a kusovou výrobu jsou určeny následně vyvinuté metody MTM2, MTM3 vycházející z prvotní metody MTM1 a další, viz orientační tabulka níže.

Tabulka 1: Časový vývoj systému MTM

Rok	Systém předem stanovených časů
1925	MTA (Motion Time Analysis)
1930	G&P (Get and Place)
1945	Začátek vývoje MTM – 1 (Methods – Time Measurement)
1948	Zveřejněné MTM – 1
1950	MTS (Motion Time Survey)
1951	BMT (Basic Motion Time)
1953	DMT (Dimensional Motion Time)
1963	MTM – SD (Standard Data)
1965	MTM – 2
1968	MTM – 3
1972	MTM – BSD (data pro kancelář) / dnes MOS (MTM – Office System)
1978	MTM – UAS (universální analytický systém)
1978	MTM – MEK (MTM pro kusovou a malosériovou výrobu)
1983	MEK (zveřejněné standartní procesy)
1988	UAS (zveřejněné standartní procesy)
1991	ProKon (Production – Oriented Design)
1992	MTM – vizuální kontrola
2002	Standartní postupy logistiky
2006	MTM ergonomics

Při porovnání využitelnosti jednotlivých metod se sledují rozdíly ve členění procesu a délce trvání operace. Orientačně lze vyjít z těchto údajů: metoda MTM1 se rozpracovává

na základní pohyby s délkou trvání operace 0,1 – 0,5 min, MTM2 na komplex pohybů s délkou trvání operace 0,5 – 3 min, metoda MTM3 se rozpracovává na úkony operace s délkou trvání operace 3 – 30 min, metoda MTM4 se rozpracovává na úseky operace s délkou trvání operace 30 – 1800 min, metoda MTM5 se rozpracovává na operace s délkou trvání operace nad 1800 min [5] [8]

Tabulka 2: Orientační tabulka pro výběr metody MTM

Stupeň MTM	Podrobnost členění analýzy	Trvání operace [min]
MTM-1	Základní pohyby	0,1 – 0,5
MTM-2	Komplex pohybů	0,5 – 3
MTM-3	Úkony operace	3 – 30
MTM-4	Úseky operace	30 – 1800
MTM-5	Operace jako celek	Více než 1800

Metoda předem stanovených časů – MOST

(Maynard Operation Sequence Technique)

Koncept MOST byl vyvinut v roce 1967, kompletní Basic MOST byl představen v roce 1972. Cílem nového systému bylo zjednodušení stávajících měřících systémů a konceptu měření produktivity práce. MOST je vhodný pro analýzu v libovolném prostředí, rozbor a zápis jednotlivých operací je zaznamenáván a dále zpracováván. MOST je systém předem stanovených časů zaměřující se na pohyby objektů, který vychází z fyzikální definice práce jako působení síly na určité vzdálenosti, tzn. pohyb předmětu po určité dráze. Analyzuje přemísťování objektů pomocí čtyř sekvenčních modelů. Každý sekvenční model se skládá z ustáleného sledu pravidelně se opakujících pohybů.

Metoda Basic MOST

Tato kapitola byla vypracována na základě těchto zdrojů: [5] [8]

<u>První sekvenční model je obecné přemístění</u>

Je určen pro volný pohyb objektu vzduchem z jednoho místa na druhé. Objekty jsou přemísťovány v prostoru pomocí prstů, rukou nebo nohou.

Model se skládá ze tří fází, z nichž je každá ještě dále tvořena z dílčích činností a je identifikována velkými tiskacími písmeny.

Sekvenční model	**A B G**	**A B P**	**A**
Fáze:	Získat objekt	Položit objekt	Návrat

Obrázek 6: Sekvenční model obecné přemístění

A – Akce na určitou vzdálenost

B – Pohyb těla

G – Získání kontroly

P – Umístění

Každá dílčí činnost je upřesněna podle obsahu pohybu a je jí přiřazen index, který souvisí s délkou času.

Sekvenční model	A_1 B_0 G_1	A_1 B_0 P_1	A_0	**5x**
Dělník vezme ze stolu postupně 5 položek a postupně je umístí na šroub. Vše je na dosah.				

Obrázek 7: Příklad sekvenčního modelu obecného přemístění

Obecné přemístění je nejčastěji využívaným sekvenčním modelem.

ABG Získat **ABP** Položit **A** Návrat — **Obecné Přemístění**

Index ×10	Akce na určitou vzdálenost A	Pohyb těla B	Získání kontroly G	Umístění P	Index ×10
0	≤ 2 in. (5 cm)	Žádný pohyb těla	Bez získání kontroly Držet	Bez umístění Držet Hodit	0
1	Na dosah		Uchopit lehký objekt Uchopit lehký objekt Simo	Odložit Volné tolerance	1
3	1 - 2 kroky	Sednout bez ustavení Vstát bez ustavení Sehnout se a napřímit 50 %	Získat Ne-simo Získat těžký/objemný Získat neviděný Získat blokovaný Promíchaný Rozpojit Shromáždit	Volné tolerance při nevidění Umístit s ustavením Umístit s lehkým tlakem Umístit s dvojitým umístěním	3
6	3 - 4 kroky	Sehnout se a napřímit		Uložit s péčí Uložit s přesností Uložit neviděný Uložit blokovaný Uložit velkým tlakem Uložit s mezipohyby	6
10	5 - 7 kroků	Sednout Vstát			10
16	8 - 10 kroků	Sehnout se a sednout Vylézt nahoru Slézt dolů Vstát a sehnout se Dveřmi			16

Akce na určitou vzdálenost A
Doplňkové hodnoty

Index	Kroky	Vzdálen. (ft.)	Vzdálen. (m)
24	11-15	38	12
32	16-20	50	15
42	21-26	65	20
54	27-33	83	25
67	34-40	100	30
81	41-49	123	38
96	50-57	143	44
113	58-67	168	51
131	68-78	195	59
152	79-90	225	69
173	91-102	255	78
196	103-115	288	88
220	116-128	320	98
245	129-142	355	108
270	143-158	395	120
300	159-174	435	133
330	175-191	478	146

Obrázek 8: Indexy parametrů pro obecné přemístění [5]

Druhý sekvenční model je řízené přemístění

Je určen pro řízené přemístění objektu, objekt je během přemístění tažen, tlačen, otáčen.

Sekvenční model	**A B G**	**M X I**	**A**
Fáze:	Získat objekt	Přemístit, spustit objekt	Návrat

Obrázek 9: Sekvenční model řízené přemístění

M – Přesun řízený

X – Procesní čas

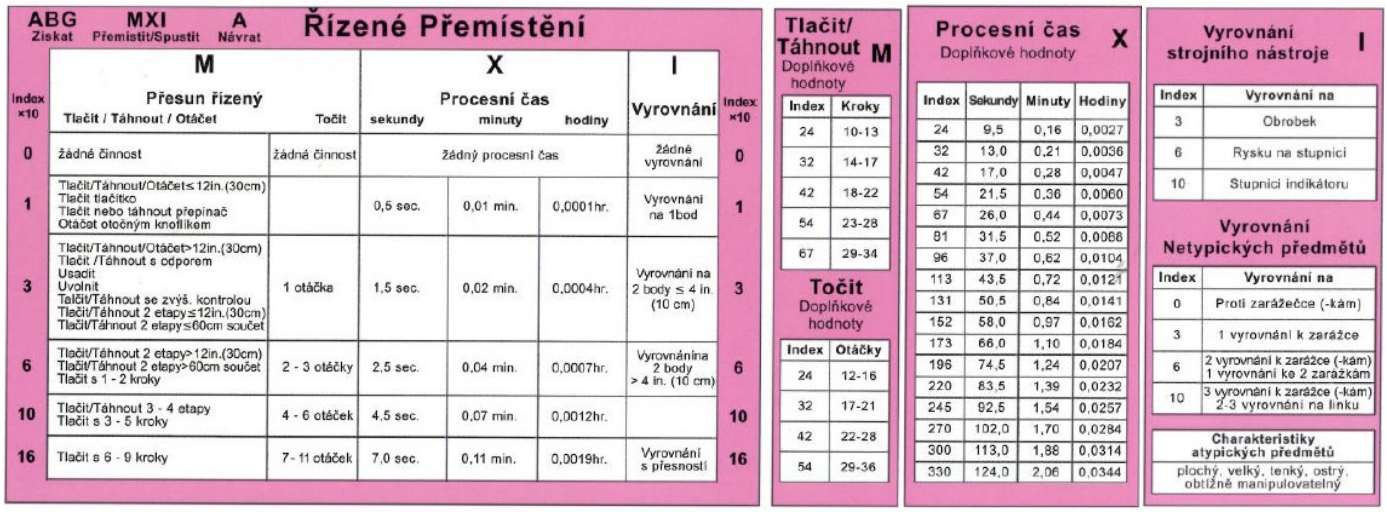
I – Vyrovnání

Příklad řízeného přemístění:

Sekvenční model	A_3 B_0 G_1	M_1 X_{16} I_0	A_0
Operátor udělá dva kroky dopředu, získá kontrolu nad tlačítkem a stiskne jej pro spuštění stroje, stroj bude pracovat 5 s.			

Obrázek 10: Příklad sekvenčního modelu řízeného přemístění

Řízené přemístění je využíváno asi pro 1/3 operací.



ABG Získat MXI Přemístit/Spustit A Návrat **Řízené Přemístění**

Index ×10	M Přesun řízený: Tlačit / Táhnout / Otáčet	M: Točit	X Procesní čas: sekundy	X: minuty	X: hodiny	I Vyrovnání	Index ×10
0	žádné činnost	žádné činnost	žádný procesní čas			žádné vyrovnání	0
1	Tlačit/Táhnout/Otáčet≤12in.(30cm) Tlačit tlačítko Tlačit nebo táhnout přepínač Otáčet otočným knoflíkem		0,5 sec.	0,01 min.	0,0001hr.	Vyrovnání na 1bod	1
3	Tlačit/Táhnout/Otáčet>12in.(30cm) Tlačit /Táhnout s odporem Usadit Uvolnit Talčit/Táhnout se zvýš. kontrolou Tlačit/Táhnout 2 etapy≤12in.(30cm) Tlačit/Táhnout 2 etapy≤60cm součet	1 otáčka	1,5 sec.	0,02 min.	0,0004hr.	Vyrovnání na 2 body ≤ 4 in. (10 cm)	3
6	Tlačit/Táhnout 2 etapy>12in.(30cm) Tlačit/Táhnout 2 etapy>60cm součet Tlačit s 1 - 2 kroky	2 - 3 otáčky	2,5 sec.	0,04 min.	0,0007hr.	Vyrovnánina 2 body > 4 in. (10 cm)	6
10	Tlačit/Táhnout 3 - 4 etapy Tlačit s 3 - 5 kroky	4 - 6 otáček	4,5 sec.	0,07 min.	0,0012hr.		10
16	Tlačit s 6 - 9 kroky	7 - 11 otáček	7,0 sec.	0,11 min.	0,0019hr.	Vyrovnání s přesností	16

Tlačit/Táhnout M Doplňkové hodnoty

Index	Kroky
24	10-13
32	14-17
42	18-22
54	23-28
67	29-34

Točit Doplňkové hodnoty

Index	Otáčky
24	12-16
32	17-21
42	22-28
54	29-36

Procesní čas X Doplňkové hodnoty

Index	Sekundy	Minuty	Hodiny
24	9,5	0,16	0,0027
32	13,0	0,21	0,0036
42	17,0	0,28	0,0047
54	21,5	0,36	0,0060
67	26,0	0,44	0,0073
81	31,5	0,52	0,0088
96	37,0	0,62	0,0104
113	43,5	0,72	0,0121
131	50,5	0,84	0,0141
152	58,0	0,97	0,0162
173	66,0	1,10	0,0184
196	74,5	1,24	0,0207
220	83,5	1,39	0,0232
245	92,5	1,54	0,0257
270	102,0	1,70	0,0284
300	113,0	1,88	0,0314
330	124,0	2,06	0,0344

Vyrovnání strojního nástroje I

Index	Vyrovnání na
3	Obrobek
6	Rysku na stupnici
10	Stupnici indikátoru

Vyrovnání Netypických předmětů

Index	Vyrovnání na
0	Proti zarážečce (-kám)
3	1 vyrovnání k zarážce
6	2 vyrovnání k zarážce (-kám) 1 vyrovnání ke 2 zarážkám
10	3 vyrovnání k zarážce (-kám) 2-3 vyrovnání na linku

Charakteristiky atypických předmětů
plochý, velký, tenký, ostrý, obtížně manipulovatelný

Obrázek 11: Indexy parametrů řízeného přemístění [5]

Třetí sekvenční model je použití nástroje

Popisuje práci při použití běžných ručních nástrojů.

Sekvenční model:

Sekvenční model	**A B G**	**A B P**	**F/L/C/S/M/R/T**	**A B P**	**A**
Fáze:	Získat nástroj, objekt	Položit nástroj, objekt	Použít nástroj	Odložit nástroj, objekt	Návrat

Obrázek 12: Sekvenční model pro použití nástrojů

F – Utáhnout

L – Uvolnit

C – Dělit

S – Povrchová úprava

M – Měřit

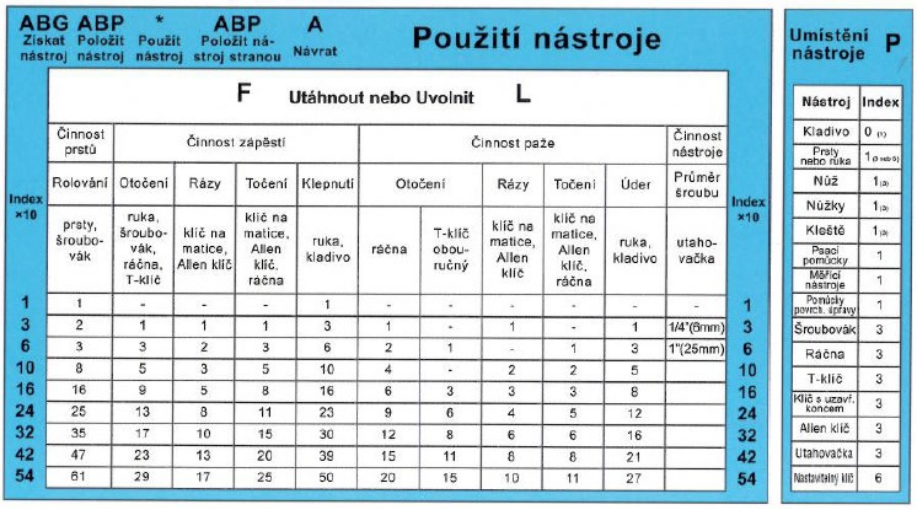
R – Zapsat

T – Myslet

Příklad použití nástroje:

Sekvenční model	A_6 B_0 G_3	A_6 B_0 P_3	L_{16}	A_1 B_0 P_1	A_0
Jděte 4 kroky ke krabici s nářadím a uchopte šroubovák, který je pod ostatním nářadím. Běžte zpět a povolte šroub pomocí 7 otočení zápěstí. Nástroj odložte na dosah.					

Obrázek 13: Příklad sekvenčního modelu pro použití nástrojů



ABG Získat nástroj | ABP Položit nástroj | * Použít nástroj | ABP Položit nástroj stranou | A Návrat

Použití nástroje

F Utáhnout nebo Uvolnit L

Index ×10	Činnost prstů	Činnost zápěstí				Činnost paže					Činnost nástroje	Index ×10
	Rolování	Otočení	Rázy	Točení	Klepnutí	Otočení		Rázy	Točení	Úder	Průměr šroubu	
	prsty, šroubovák	ruka, šroubovák, ráčna, T-klíč	klíč na matice, Allen klíč	klíč na matice, Allen klíč, ráčna	ruka, kladivo	ráčna	T-klíč oboučný	klíč na matice, Allen klíč	klíč na matice, Allen klíč, ráčna	ruka, kladivo	utahovačka	
1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
3	2	1	1	1	3	1	-	1	-	1	1/4"(6mm)	3
6	3	3	2	3	6	2	1	-	1	3	1"(25mm)	6
10	8	5	3	5	10	4	-	2	2	5		10
16	16	9	5	8	16	6	3	3	3	8		16
24	25	13	8	11	23	9	6	4	5	12		24
32	35	17	10	15	30	12	8	6	6	16		32
42	47	23	13	20	39	15	11	8	8	21		42
54	61	29	17	25	50	20	15	10	11	27		54

Umístění nástroje P

Nástroj	Index
Kladivo	0 (1)
Prsty nebo ruka	1 (0 nebo 0)
Nůž	1 (3)
Nůžky	1 (3)
Kleště	1 (3)
Pasci pomůcky	1
Měřicí nástroje	1
Pomůcky povrch. úpravy	1
Šroubovák	3
Ráčna	3
T-klíč	3
Klíč s uzavř. koncem	3
Allen klíč	3
Utahovačka	3
Nastavitelný klíč	6

Obrázek 14a: Indexy parametrů pro použití nástrojů [5]

ABG Získat nástroj	ABP Položit nástroj	* Použít nástroj	ABP Položit nástroj stranou	A Návrat	Použití nástroje											
	C Dělit				S Povrchová úprava			M Měření	R Zaznamenání			T Myšlení				
	Kroutit/ Ohnout	Odštipnout	Ustřihnout	Řezat	Čistit vzduchem	Čistit kartáčem	Otřít	Měřit	Psát		Značit	Kontrolovat	Číst			
Index ×10	kleště		nůžky	nůž	tryska	kartáč	hadřík	měřící pomůcky	tužka		značkovač	oči, prsty	oči			Index ×10
		drát	střih(y)	řez(y)	sq.ft. (0,1m²)	sq.ft. (0,1m²)	sq.ft. (0,1m²)	in (cm) ft. (m)	znaky	slova	znaky	body	znaky, samost. slova	slovní text		
1	stisk		1	-	-	-	-		1	-	Odťajfknutí	1	1	3		1
3		měkký	2	1	-	-	1/2		2	-	1 Linka	3	3 indikátorové hodiny	8		3
6	kroutit, ohnout smyčku	střední	4	-	místo 1 dutina, bod	1 malý objekt	-		4	1	2	5 dotyčem zjistit teplotu	6 hodnota ze stupnice datum nebo čas	15		6
10		tvrdý	7	3	-	-	1	profilový kalibr	6	-	3	9 vyhmatat vadu	12 hodnota z mikrometru	24		10
16	ohnout - závlačka		11	4	3	2	2	Pevná stupnice posuv. měřítko 12 in (30cm)	9 podpis nebo datum	2	5			36 tabulková hodnota		16
24			15	6	4	3	-	Lístkový spároměr	13	3	7			54		24
32			20	9	7	5	5	Ocel. měř. pásmo 6 ft (2m) Hloubkový mikrometr	18	4	10			72		32
42			27	11	10	7	7	Vnější - Mikrometr 4 in (10 cm)	23	5	13			94		42
54			33					Vnitřní - Mikrometr 4 in (10 cm)	29	7	16			119		54

Obrázek 14b: Indexy parametrů pro použití nástrojů [5]

Jednotky času

Pro každý sekvenční model je výpočet času dán součtem všech indexů a vynásobením číslem 10. Pro celkový čas zkoumané operace jsou sečteny všechny časy jednotlivých sekvencí. Časové jednotky používané v metodě MOST jsou stejné jako u systému MTM. Jednotka času je 1 TMU (Time Measurement Units), převodní vztah pro 1 TMU = 0,00001 h = 0,0006 min = 0,036 s, 1 s = 27,78 TMU. Metoda MOST se podle délky operace dělí na tři typy: Mini MOST, Basic MOST a Maxi MOST.

Mini MOST – je určen pro krátké operace, často opakovatelné cykly, trvající 2 – 10 s.

Maxi MOST – je určen pro dlouhé pracovní cykly, s délkou trvání 2 minuty a více a není tak detailně rozpracováván jako ostatní metody MOST.

Basic MOST – je určen pro pracovní cykly s délkou trvání 10 s – 10 minut a je z uvedených typů nejpoužívanější. Na jednu hodinu měřené práce se předpokládá 10 hodin analytické práce.

Tabulka 3: Orientační tabulka pro výběr metody MOST

Stupeň MOST	Trvání operace
Mini MOST	2 – 10 s
Maxi MOST	2 min a více
Basic MOST	10 s – 10 min

Metoda MOST je oproti metodám MTM daleko rychlejší na zpracování ale zároveň i dostatečně citlivá.

Výhody metod předem stanovených časů

Možnost stanovení časových norem před zahájením výroby, za předpokladu zpracovaného pracovního postupu. Odpadá subjektivní pohled na výkon, psychická zátěž na pozorovaného pracovníka. Možná analýza pracovního procesu, rozlišuje časy potřebné, produktivní versus časy neproduktivní.

Nevýhody metody předem stanovených časů

Potřeba zaškoleného a kvalifikovaného pracovníka pro zpracování časových norem. Touto metodou nelze měřit strojní čas a čas čekání. Předpokladem je práce ve standardních podmínkách.

2 Analýza současného stavu

2.1 Historie a současnost firmy

Tabulka 4: Historie a současnost firmy Meopta - optika, s.r.o.

Časové období	Charakteristika období	Typický zástupce výrobků
1933	Meopta - optika, s.r.o. Přerov byla založena roku 1933 pod původním jménem Optikotechna. Prvotním výrobním sortimentem byla výroba optických elementů a sestav. Tato byla postupem času rozšířena o promítací přístroje a fotografické přístroje Flexaret.	
1936	Pro armádní účely byla v roce 1936 započata tradice výroby binokulárních dalekohledů, kterou následovala řada dalších speciálních opt.-mech. přístrojů pro pozemní vojsko, dělostřelectvo, letectvo i námořnictvo. Z důvodu nárůstu výroby byly v této době také vystavěny nové výrobní prostory.	
Konec 2. světové války	Po ukončení 2. světové války byla firma přejmenována na Meopta. Důležitým odběratelem a zákazníkem té doby byly armády Waršavského paktu. Současně byla navrhována a vyvíjena řada nových výrobků, jež se zasadila o dobré jméno firmy po celém světě.	
1990	V roce 1990 dochází k útlumu vojenské výroby a poklesu výroby civilní. V následujících letech si musela Meopta obhajovat své místo na světových trzích při získávání nových zákazníků.	
1992	Privatizace firmy	
dosud	V současnosti se firma prezentuje jako světově uznávaný výrobce opticko–mechanických přístrojů, přesných optických celků a to v celém spektru odvětví od zdravotnických přístrojů, vědeckých přístrojů až po digitální projekci, průzkum vesmíru a armádní zbraňové systémy. Stálicí pak zůstává nepřetržitý vývoj a výroba kvalitní sportovní optiky kam se řadí široká nabídka binokulárních dalekohledů, spektivů a puškových zaměřovacích dalekohledů.	  

Obrázky v této tabulce jsou použity z těchto zdrojů. [11]

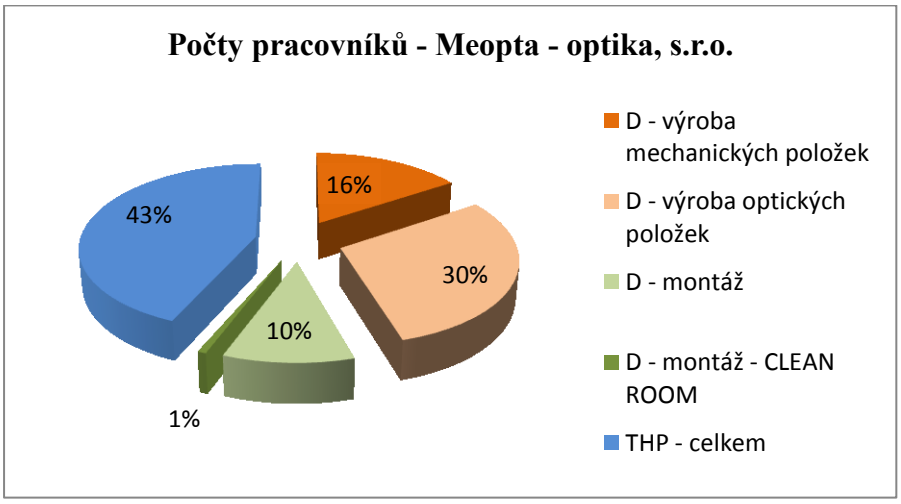
2.2 Montáž ve firmě Meopta - optika, s.r.o.

Montáž výrobků je na samém konci výrobního procesu a hraje důležitou úlohu z hlediska kvality výrobku, podílu pracnosti a počtu pracovníků zapojených v montážním procesu. Ve firmě Meopta - optika, s.r.o. jsou montážní pracovníci zastoupeni v cca 11% z celkového počtu všech zaměstnanců.

Tabulka 5: Struktura pracovníků ve firmě Meopta - optika, s.r.o.

Meopta - optika, s.r.o. - počty pracovníků		
D - výroba mechanických položek	355	16 %
D - výroba optických položek	670	30 %
D - montáž	233	10 %
D - montáž - CLEAN ROOM	15	1 %
THP - celkem	981	44 %
Celkem	2254	

Údaje uvedené v této tabulce jsou použity z těchto zdrojů: [11]

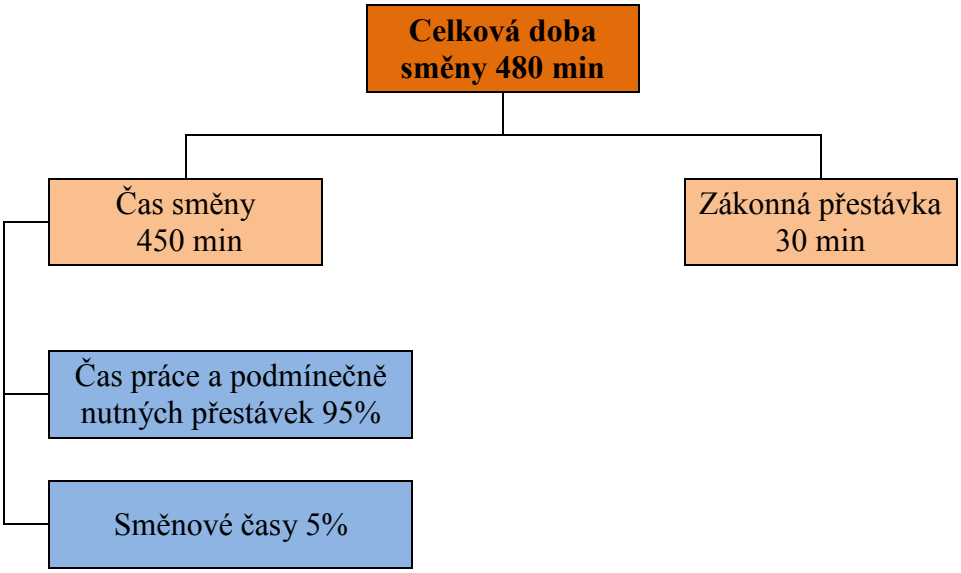


Obrázek 15: Struktura pracovníků ve firmě Meopta - optika, s.r.o.

Na montáži je standardně zaveden jednosměnný provoz, v případě většího (jednorázového) náporu práce je na inkriminovaných pracovištích zavedena dočasně odpolední směna.

Celková doba směny je rozdělena na čas směny s délkou trvání 450 min (7,5 h) a zákonnou přestávku 30 min. Čas směny (450 min) je ve firmě Meopta - optika, s.r.o.

rozdělen na čas práce a podmínečně nutných přestávek, které tvoří 95% času směny a zbývajících 5% času je určeno pro směnové časy. Směnové časy se dělí na směnové časy obecně nutných přestávek ve výši 2,5% (např. WC, pitný režim) a časy směnové práce ve výši 2,5% (např. přihlášení a odhlášení pracovníka v informačním systému, rozhovor s mistrem). Směnové časy nejsou ve firmě Meopta - optika, s.r.o. započítávány do výkonové normy, výše plnění výkonové normy je stanovena na 95%.



Obrázek 16: Struktura časů směny pracovníka ve firmě Meopta - optika, s.r.o.

Ve firmě Meopta - optika s.r.o. se výpočet normované pracnosti (norma času) počítá dle vzorce (6).

$$t = t_V + t_B/dv \quad [11] \qquad (6)$$

t normovaná pracnost (norma času)

t_V čas jednotkový

t_B čas dávkový

dv výrobní dávka

Samotný proces montáže je soubor činností vedoucích ke kompletaci montážních podskupin, montážních celků a finálních výrobků. Protože se jedná o přesnou montáž opticko–mechanických a opticko-elektronických přístrojů odpovídá tomu i organizační uspořádání montáže, druhy montážních činností a použité technologie. Mezi hlavní montážní činnosti patří spojování součástí, spojení rozebíratelná závitová, lepení, tmelení,

lakování, nýtování, lisování, pájení, mytí, čištění, justážní operace, mezioperační i finální kontrola, balení. Mezi justážní a měřící operace montáže nezbytné pro správnou funkci opticko–mechanických přístrojů patří nastavení a testování optických parametrů jako například ohnisková vzdálenost, rozlišení, MTF (Modulation Transfer Function), nastavení a kontrola parametrů průchozí vlnoplochy, centrování optických prvků v mechanických součástech, sestavách. Pro kontrolu hermetičnosti opticko–mechanických sestav se na montáži provádí kontrola hermetičnosti ponořením hotových optických přístrojů až do hloubky 25 m vodního sloupce nebo se provádí kontrola vnějším přetlakem vzduchu.

Popis hotových výrobků případně vstupujících položek je prováděn pomocí laserových popisovačů, pro přesnou aplikaci lepidel a tmelů slouží tmelící zařízení, pro složitější tvary lze použít tmelící robot. Většina činností na montáži je prováděna ručně.

Proces montáže je rozdělen na 5 montážních středisek: středisko pozorovacích dalekohledů, středisko puškových zaměřovacích dalekohledů, středisko kolimátorů, středisko kinotechniky. Každé z těchto středisek je specializováno na určitý typ konstrukčně podobných výrobků buď vlastní produkce, nebo výrobků vyrobených a montovaných dle konstrukční dokumentace dodané zákazníkem.

Montážní prostory jsou navrhovány tak, aby splňovaly přísné požadavky na kvalitu a čistotu mechanicko-optických sestav a tomu odpovídá vybavení a potřebné technologie.

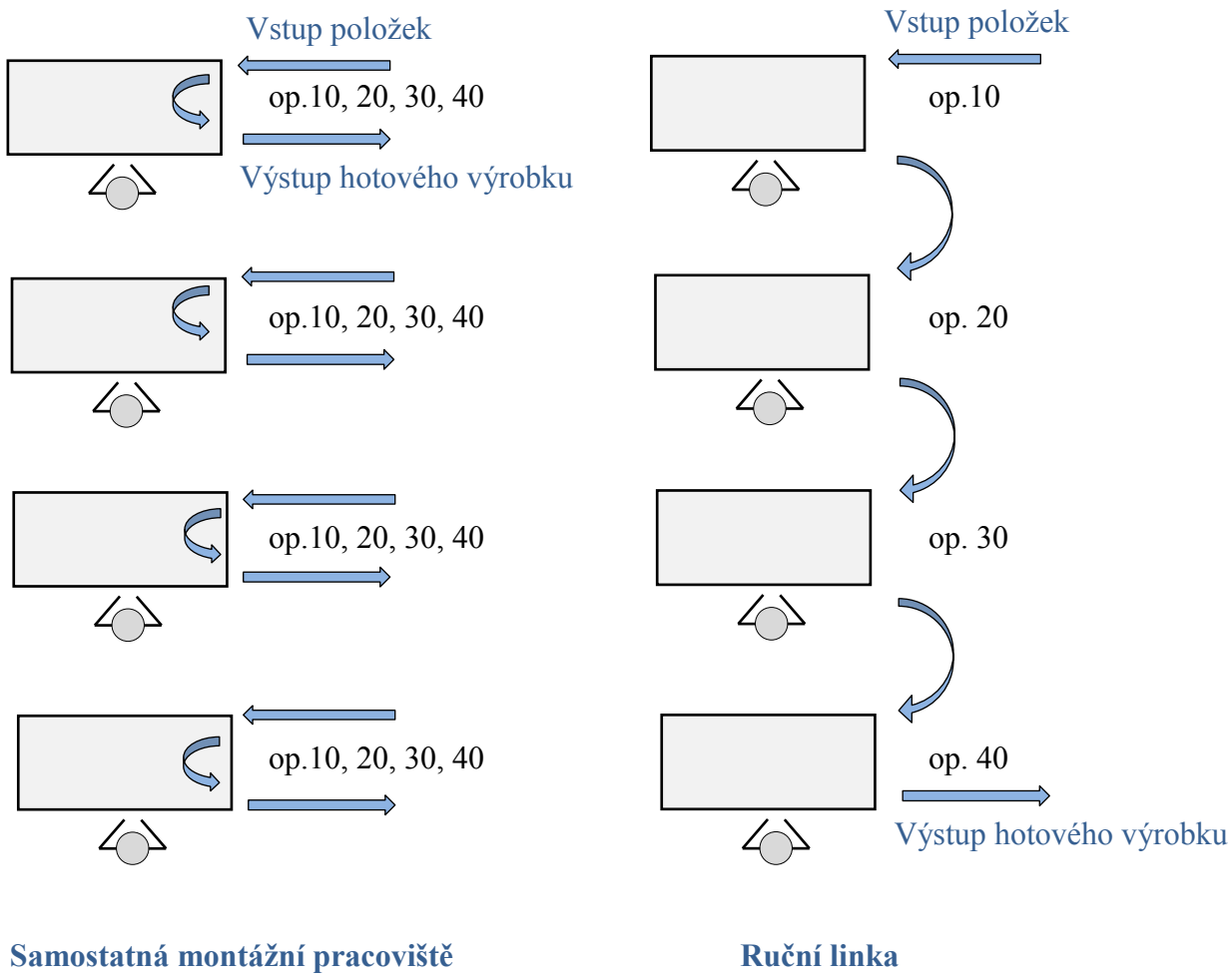
Pro montáž opticko–mechanických celků a přístrojů s požadavkem na nejvyšší čistotu a kvalitu je vybudováno samostatné montážní středisko s čistými prostorami třídy ISO 5 dle ČSN EN ISO 14644-1.

Obrázek 17: Montážní pracoviště čistých prostor [14]

Speciální montážní středisko je také zbudováno pro výrobu optických vojenských přístrojů a techniky, optických systémů pro obrněná vozidla a tanky a musí splňovat přísné vojenské standardy.

Uspořádání montážních pracovišť

Uspořádání montáže opticko-mechanických přístrojů je předmětné. Dle typu montovaných výrobků se liší její uspořádání na jednotlivých střediscích a dílnách. Některé dílny jsou uspořádány jako montážní ruční linky, kdy se začíná s montáží nejjednodušší podsestavy a výstupem na konci linky je kompletní sestava nebo přístroj. Jiné dílny jsou uspořádány nezávisle na sledu operací jako samostatná pracoviště, kde probíhá současně ruční montáž dílčích podsestav jednotlivými pracovníky a montáž konečná.



Obrázek 18: Uspořádání montážních pracovišť

Středisko Montáž dalekohledů

Významnou skupinou produktů firmy Meopta - optika, s.r.o. jsou pozorovací dalekohledy. Tyto výrobky slouží především k zájmovému pozorování přírody ornitology a pro volnočasové aktivity jako je např. turistika a pobyt v přírodě.

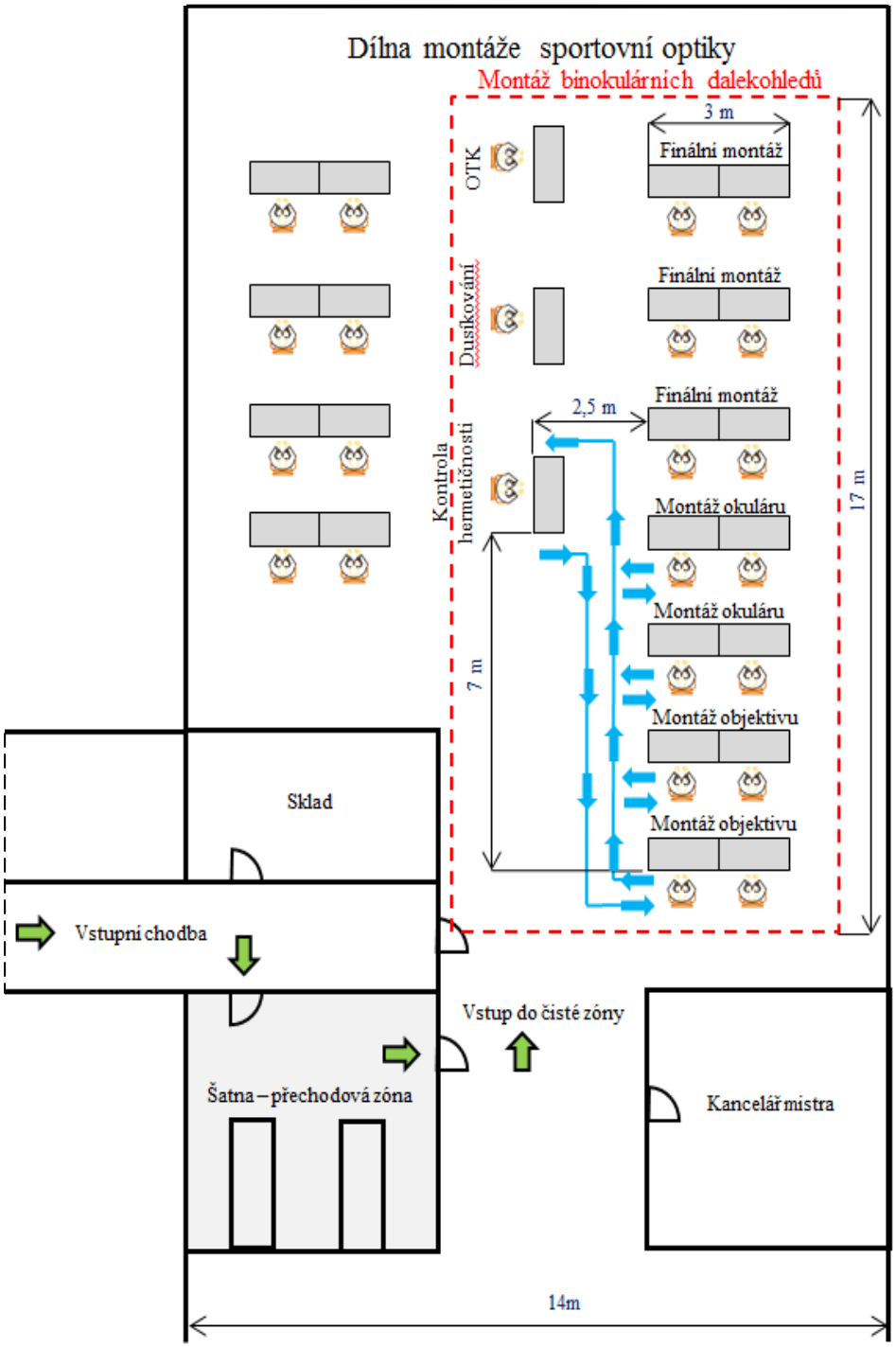
Na základě dlouholetých zkušeností jsou dalekohledy neustále vyvíjeny a zdokonalovány. Podle konstrukce přístroje jsou pozorovací dalekohledy rozděleny na monokulární a binokulární.

Středisko montáže dalekohledů se skládá z jedné velkoplošné dílny, ve které je umístěno několik samostatných pracovišť mechaniků optických přístrojů, prosklená kancelář pro mistra a plánovače, pracoviště pro operace kontroly smontovaných sestav.

Vstup do dílny je zpřístupněn jen pro zde zaměstnané pracovníky a pro ostatní pracovníky jen na ověřené povolení. Při vstupu na dílnu musí každý zaměstnanec projít šatnou, kde se přezuje do předepsané obuvi a obleče se do pracovního pláště pro udržení standardu čistoty pracoviště. Ostatní zaměstnanci použijí návleky na obuv a náhradní pláště. Na pracoviště je zajištěn přísun čerstvého vzduchu vzduchotechnikou, požadované čistoty montážních sestav se dociluje montáží v laminárních flowboxech a instalovanými HEPA filtry.

Uspořádání pracovišť na dílně je nezávislé na sledu operací montovaných přístrojů. Samotná montáž jednotlivých dílů, podsestav, sestav vybraného finálního výrobku binokulárního dalekohledu MeoStar B1 probíhá současně na několika pracovištích mechaniků optických přístrojů.

Pracoviště mechanika optických přístrojů se skládá z odsávaného flowboxu, sady montážního nářadí, sady lahviček čistících kapalin, přívodu stlačeného vzduchu sloužícího k ofouknutí montovaných součástí od nečistot, podstavové pinzety pro manipulaci s optickými součástmi, vatových tamponů. Potřebné nástroje, pomůcky a přípravky musí být na pracovišti umístěny tak, aby byly dobře dostupné a manipulace s nimi nevyžadovala zbytečnou námahu nebo časovou ztrátu.



Obrázek 19: Layout dílny montáže binokulárních dalekohledů

2.3 Popis procesu tvorby výkonových norem na montáži

Stanovení výkonové normy se provádí z těchto důvodů:

- Pro účely kalkulace nových, dosud nevyráběných položek
- Při zavedení nového výrobku do výroby v rámci ověřovací série
- Při zavedení výrobku do sériové výroby

Stanovení výkonové normy pro účely kalkulace nových položek

Výkonové normy pro účely zjištění pracnosti nových sestav a výrobků poptávaných od zákazníka zpracovává montážní technolog na základě požadavku obdrženého od referenta kalkulací a cen. Podkladem pro stanovení pracnosti jsou konstrukční výkresy zákazníka, kusovník, technická specifikace, informace o množství vyráběných kusů v určeném období. Výpočet předpokládané pracnosti provádí technolog montáže na základě kvalifikovaného odhadu nebo na základě konstrukční podobnosti s již vyráběným výrobkem anebo na základě existujících normativů.

Stanovení výkonové normy před zahájením ověřovací série nového výrobku

Stanovení výkonové normy při zavedení nového výrobku do ověřovací série provádí technolog montáže na základě kvalifikovaného odhadu nebo na základě konstrukční podobnosti s již vyráběným výrobkem (rozborově porovnávací metoda) a také na základě existujících normativů. Proces stanovení výkonové normy je tvořen následujícími kroky, které na sebe bezprostředně navazují:

- Vytvoření technologického postupu
- Stanovení výkonové normy

Stanovení výkonové normy při zavedení výrobku do výroby v rámci sériové výroby

Cílem procesu stanovení výkonových norem po stabilizaci výrobních procesů a zaučení pracovníků je nastavit takovou výkonovou normu, která zaručuje ekonomickou efektivnost, účelné využívání zdrojů, požadovanou výkonnost pracovníků, racionální využití výrobních prostředků a neohrožuje zdraví pracovníka. Předpokladem pro stanovení optimalizované výkonové normy je předchozí provedení revize a optimalizace technologického postupu, revize a optimalizace pracoviště a procesů na pracovišti. Proces stanovení výkonové normy je tvořen následujícími kroky, které na sebe bezprostředně navazují:

- Revize a optimalizace technologického postupu
- Revize procesů na pracovišti, revize pracoviště
- Návrh opatření pro zajištění optimalizace a standardizace procesů na pracovišti
- Realizace zvolených opatření na pracovišti

- Zkušební provoz zrevidovaného pracoviště s vyhodnocením
- Stanovení výkonové normy
- Vyhodnocení výkonové normy

Na zdárném průběhu jednotlivých kroků procesu se podílí mistr střediska, technolog montáže, průmyslový inženýr, stanovení výkonové normy provádí technolog normovač.

Stanovení / revize výkonové normy (VN) se provádí:

- Při změnách v technologickém postupu
- Při změnách procesů na pracovišti
- Periodicky, nebo při změnách v plnění výkonových norem, nebo na základě požadavku příslušného manažera, ředitele výrobní divize montáž, mistra střediska

Hlavní metody stanovení optimalizované výkonové normy používané na montáži:

- Metoda rozborově výpočtová (podle normativu času)
- Metoda rozborově chronometrážní (přímé měření na pracovišti)
- Metoda Basic MOST (systémem předem určených časů)
- Metoda rozborově porovnávací (srovnání s užívanými normami)
- Metoda kvalifikovaného odhadu

Tabulka 6: Četnost použití různých metod stanovení VN na montáži

Metody stanovení výkonové normy na montáži			
Před zavedením sériové výroby	Četnost použití	Před zahájením ověřovací série	Četnost použití
Metoda rozborově chronometrážní	62 %	Metoda rozborově výpočtová	4 %
Metoda Basic MOST	2 %	Metoda rozborově porovnávací	60 %
Metoda rozborově výpočtová	6 %	Metoda kvalifikovaného odhadu	36 %
Metoda rozborově porovnávací	30 %		

Stanovená výkonová norma je po odsouhlasení technologem a mistrem střediska zadána do informačního systému. O zavedení nové VN je informován ředitel montáže,

manažer výroby montáže, manažer řízení jakosti montáže a manažer technologie montáže. Po zavedení normy je průběžně sledováno její plnění.

Proces stanovení a optimalizace výkonových norem je řízen metodickými pokyny a je platný pro všechny výrobní divize a montáž. Nově stanovené hodnoty VN jsou vygenerovány každý měsíc do souboru jednotné evidence optimalizace VN, výsledky jsou analyzovány a jednou čtvrtletně představeny vedení společnosti.

2.4 Popis vybraných výrobků

Předmětem zájmu této práce je skupina přístrojů sportovní optiky. Výrobky sportovní optiky se řadí k nejznámějším a nejžádanějším pro volnočasové aktivity běžných uživatelů. V této práci jsou představeni zástupci monokulárních a binokulárních dalekohledů. Pro vlastní měření a analýzu v praktické části je vybrán typický výrobek – binokulární dalekohled, výroba prvních typů se datuje již od roku 1936.

2.4.1 Monokulární dalekohledy MeoStar S1, S2

Monokulární dalekohledy MeoStar jsou určeny pro pozorování jedním okem. Cílovou skupinou jsou nároční pozorovatelé, kteří vyžadují vysoký optický výkon přístroje pro detailní rozlišení, například ornitologové a milovníci ptactva. Těleso přístroje je navrženo z duralu nebo kombinace duralu a uhlíkových kompozit. Ostřící kolečko pro rychlé ostření je umístěno ve středu těla přístroje. Dalekohled zaujme moderním designem, samozřejmostí je vodotěsnost a odolnost proti zamlžení vnitřních optických ploch. Pro kvalitnější pozorování je přístroj ustaven na stativu a pro možnost připevnění je na tělese zhotoven stativový úchyt. Další přídavnou funkcí je možnost připojení fotoaparátu k okuláru přístroje pomocí závitu pro možnost trvalého zaznamenání obrazu.

Obrázek 20: Monokulární dalekohled MeoStar S2 [12]

2.4.2 Binokulární dalekohledy MeoStar B1

Binokulární dalekohledy typu MeoStar B1 jsou určeny pro pozorování oběma očima současně. Díky své hmotnosti, širokému pohodlnému popruhu, pogumovanému povrchu těla přístroje, ergonomickému tvaru a mechanické odolnosti jsou vhodné i pro dlouhodobější nošení a pozorování při pohybu v přírodě. Velkou výhodou je vodotěsnost. Nastavitelné očnice přístroje umožňují komfortní pozorování s brýlemi i bez nich.

Samotné těleso přístroje se skládá ze dvou větví pravé a levé, které jsou obdobné a otočného středu dalekohledu se středovým točítkem ostření a točítkem dioptrické korekce.

Jednotlivé modely binokulárních dalekohledů MeoStar B1 jsou označovány podle velikosti použitého průměru objektivu a zvětšení dalekohledu. V současné době jsou vyráběny tyto modely: 8×32, 10×32, 7×42, 8×42, 10×42, 7×50, 10×50, 12×50, 8×56.

Obrázek 21: Binokulární dalekohled MeoStar B1 10x42 [13]

Tato práce se zabývá skupinou binokulárních dalekohledů, přístrojem MeoStar B1 a to konkrétně podsestavou okuláru a podsestavou objektivu.

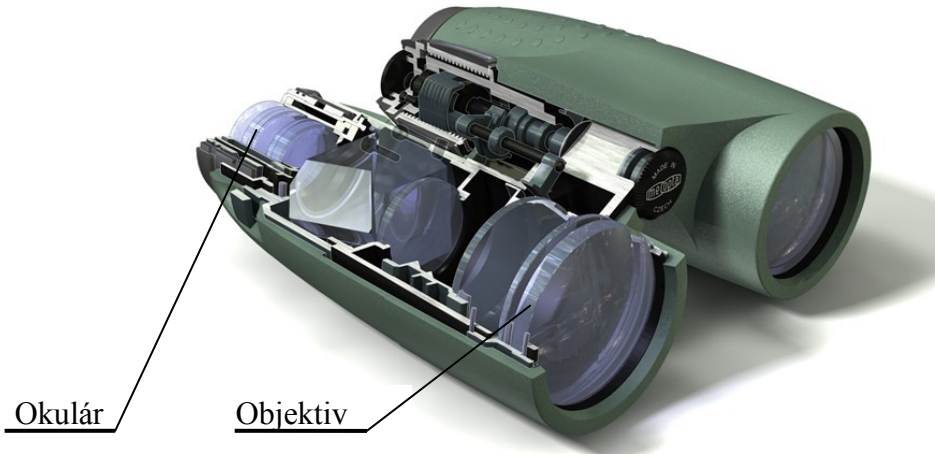
Binokulární dalekohledy se skládají z tělesa – odlitku, ve kterém je umístěna sestava objektivu, sestava okuláru, sestava objímky ostření, sestava hranolů, víka, očnic, optických členů a spojovacího materiálu.

Mechanické součásti jsou vyráběny na divizi Mechanika. Pro výrobu vysoce přesných součástí jsou k dispozici CNC frézovací centra, CNC soustružnická centra, konvenční soustružení a frézování. Povrch součástí je opatřen předepsanými povrchovými úpravami zajišťujícími odolnost proti korozi, vrstvou pro vyloučení světelných odlesků, dekorativní povrchovou úpravou.

Optické součásti jsou opracovávány pomocí klasických a CNC technologií na divizi Optika, požadované vrstvy čoček jsou nanášeny nejmodernějšími technologiemi ve vakuových napařovacích komorách za účelem dosažení antireflexe, předepsané odrazivosti a polarizace. Firma také využívá externích dodavatelů pro účely dodávek např. odlitků, pryžových komponent a spojovacího materiálu.

2.5 Popis montážních operací vybraných podsestav

Diplomová práce se zabývá konkrétně dvěma podsestavami binokulárních dalekohledů – podsestavou objektivu a podsestavou okuláru.



Obrázek 22: Řez binokulárním dalekohledem [13]

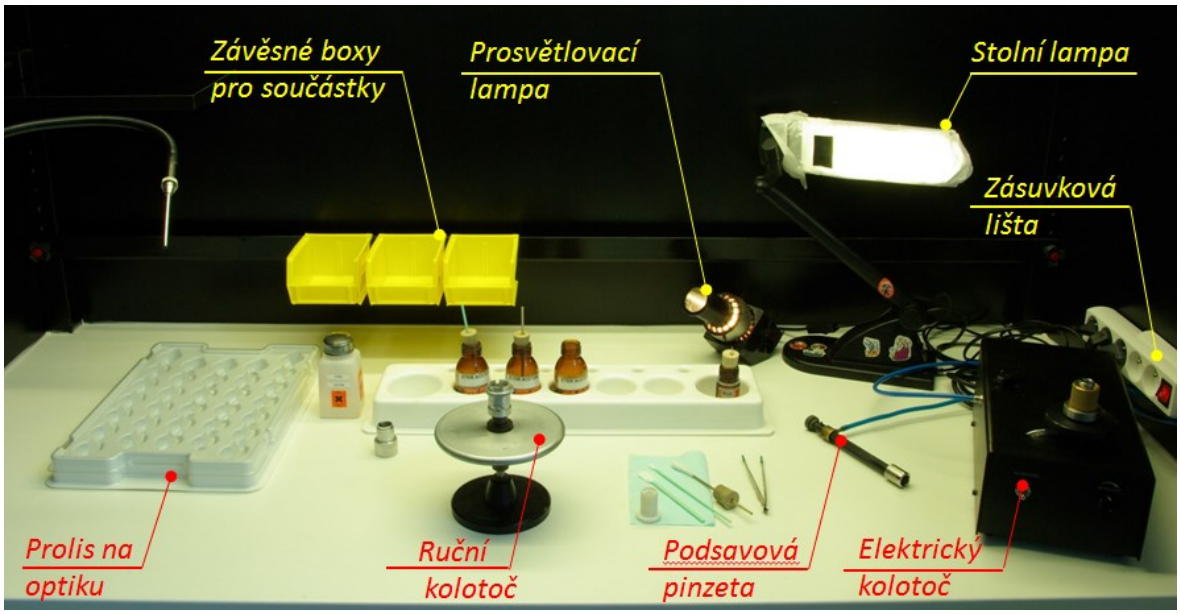
Objektiv Okulár

Obrázek 23: Objektiv a okulár [11]

2.5.1 Popis montážní operace MONTÁŽ OBJEKTIVU 42 HD

Montážní pracovník dostane od plánovače nebo mistra výrobní příkaz na konkrétní druh práce. Čas operace běží od okamžiku přihlášení pracovníka na terminálu, po ukončení operace se pracovník zase na terminálu odhlašuje.

Operace montáže se provádí v čistém prostředí laminárního flowboxu, který je dle druhu operace vybaven příslušnými přípravky a nástroji.



Obrázek 24: Pracoviště montážního pracovníka [11]

Pracovník zahajuje práci přípravou pracoviště, očistí pracovní plochu, připraví si nové čistící kapaliny. Dle příslušného technologického postupu si připraví potřebné pomůcky, nástroje, přípravky. Součásti potřebné pro montážní operaci výrobní dávky si pracovník

bere v uzavřené bezprašné krabici z regálu rozpracované výroby, který je umístěný vedle montážního pracoviště a pokládá na dosah svého pracoviště. Na začátku operace si pracovník navleče na prsty gumové návleky pro eliminaci znečištění vstupujících součástí. Montáž objektivu 42 HD se provádí v operaci č. 10.

Jako první se provádí černění obvodu čočky 1 – poz. 5, rozptylky. Čočka se vyjme z krabice, uchopí do podsavové pinzety, černým fixem se začerní po bocích na celém obvodu a vloží zpět do bezprašné krabice. Toto provede pracovník pro celou výrobní dávku.

V dalším kroku se pokračuje čistěním čočky1. Pracovník vyjme z bezprašné krabice čočku 1, umístí ji na ruční "kolotoč" (přípravek pro čištění čoček) a pomocí čistící kapaliny a nevatového tamponu provede postupné očištění od hrubých, jemných nečistot, čočku sejme z ručního kolotoče, zkontroluje pohledem pod halogenovou lampou, finálně dočistí a znovu zkontroluje pohledem. V tomto úseku, pokud se pracovníkovi jeví čočka ještě nedostatečně čistá, opakuje znovu proces čištění. V případě že na vyčištěné čočce objeví mechanické vady, vyřadí čočku z procesu, popíše na lístečku vadu a vloží čočku s komentářem zpět do krabice. Po ukončení celé operace je vadná čočka předána k opravě.

Správně načištěná čočka bez vad se vloží do vkládacího přípravku, na ní se vloží kapalnou očištěný rozpěrný kroužek.

Dále se opakuje proces načištění s čočkou 2 – poz. 4 spojkou. Po očištění je čočka vložena do vkládacího přípravku, čistotu sestavy ověřuje pracovník vizuálně pohledem ve světle 60W stolní lampy.

Dále je na vkládací přípravek nasunuta objímka objektivu, ofouknutím tlakovým vzduchem je zbavena možných nečistot. Sestava čoček v přípravku je překlopena do objímky objektivu. Na horní čočku v objímce je vložen pinzetou „O“ kroužek a sestava je zajištěna maticí, poté se ověřuje čistota sestavy. U vyhovující sestavy je matice dotažena montážním klíčem a je provedena kontrola čistoty objektivu. Pokud jsou funkční plochy čoček zbaveny veškerých nečistot, je matice zajištěna lepidlem a objektiv je uložen do bezprašné krabice.

Následuje operace 20 zkouška hermetičnosti objektivu. Pracovník bere krabici s objektivy a přechází na pracoviště kontroly hermetičnosti. Jednotlivé objektivy vkládá pracovník postupně do kontrolního zařízení a na display sleduje průběh tlaku. Po úspěšné

kontrole je objektiv vložen zpět do bezprašné krabice a po kontrole celé dávky se pracovník vrací zpět na své pracoviště. V případě kdy objektiv nevyhoví zkoušce, je matice znovu dotažena a opakuje se zkouška hermetičnosti.

Po provedené zkoušce jsou objektivy přečištěny a uloženy do bezprašné krabice. Krabice je uložena do regálu hotové výroby, pracovník uklidí pracoviště a odhlašuje se na terminálu z operace.

Tabulka 7: Sled operací montáže objektivu 42 HD

Operace	Úsek	Popis činnosti
10	1	Načernění obvodu čočky1
	2	Čištění čočky1 a vložení čočky1 do přípravku
	3	Vložení rozpěrného kroužku do přípravku
	4	Čištění čočky2 a vložení čočky2 do přípravku
	5	Překlopení všech položek z přípravku do objímky objektivu
	6	Montáž O-kroužku
	7	Montáž matice
	8	Kontrola čistoty objektivu
20	1	Kontrola hermetičnosti objektivu
	2	Přečištění objektivu

2.5.2 Popis montážní operace MONTÁŽ OKULÁRU F12 (10×32)

V operaci montáž okuláru F12 (10×32) proběhne stejná příprava na pracovišti jako u operace předchozí. Montáž okuláru se provádí v operaci č. 10.

Nejdříve bere pracovník čočku1 – poz. 10 rozptylku z krabice, očistí ji v ruce kapalinou, vizuálně ji zkontroluje a pomocí podsavové pinzety ji vkládá do objímky poz. 10 očištěné tlakovým vzduchem. Očištěnou podsestavu vloží pracovník zpět do krabice. Tuto část operace provede pracovník pro celou výrobní dávku.

Dále se pokračuje čistěním čočky 2 – poz. 8 spojky. Pracovník vyjme z bezprašné krabice čočku 2, umístí ji na ruční kolotoč a pomocí čistící kapaliny a nevatového tamponu provede postupné očištění od hrubých, jemných nečistot, čočku zkontroluje pohledem pod halogenovou lampou, finálně dočistí a znovu zkontroluje pohledem. V tomto úseku, pokud se pracovníkovi jeví čočka ještě nedostatečně čistá, opakuje znovu proces čištění.

V případě, že na vyčištěné čočce objeví mechanické vady, vylučuje čočku z procesu, popíše na lístečku vadu a vloží čočku s komentářem zpět do krabice. Správně načištěná čočka bez vad se vloží do vkládacího přípravku, na ní se vloží kapalnou očištěný rozpěrný kroužek poz. 4.

Dále se opakuje proces načištění s čočkou 3 – poz. 1 dubletem. Po očištění je čočka vložena do vkládacího přípravku, na ní se vloží kapalnou očištěný rozpěrný kroužek1 poz. 3.

Dále se opakuje proces načištění s čočkou 4 – poz. 9 spojkou. Po očištění je čočka vložena do vkládacího přípravku, na ní se vloží „O“ kroužek poz. 12.

Následně je na vkládací přípravek nasunut tubus objektivu, ofouknutím tlakovým vzduchem je zbavený možných nečistot. Sestava čoček v přípravku je překlopena do tubusu okuláru. Do tubusu je našroubována podsestava kroužek okuláru sestavená v úseku 1 operace, poté se ověřuje čistota sestavy okuláru. U vyhovujícího okuláru je podsestava kroužek okuláru dotažena montážním klíčem a je provedena kontrola čistoty okuláru. Pokud jsou funkční plochy čoček zbaveny veškerých nečistot, je sestava zajištěna lepidlem a okulár je uložen do bezprašné krabice.

Následuje zkouška hermetičnosti okulárů. Pracovník bere krabici s okuláry a přechází na pracoviště kontroly hermetičnosti. Jednotlivé okuláry vkládá postupně do zařízení a na display sleduje průběh tlaku. Po úspěšné kontrole je okulár vložen zpět do bezprašné krabice a po kontrole celé dávky se pracovník vrací zpět na své pracoviště. V případě kdy okulár nevyhoví zkoušce, je podsestava kroužek okuláru znovu dotažena a opakuje se zkouška hermetičnosti.

Po provedené zkoušce jsou okuláry přečištěny a uloženy do bezprašné krabice. Krabice je uložena do regálu hotové výroby, pracovník uklidí pracoviště a odhlašuje se na terminálu z operace.

Tabulka 8: Sled operací montáže okuláru F12 (10×32)

Operace	Úsek	Popis činnosti
10	1	Podsestava Kroužek okuláru: čištění čočky1 a montáž čočky1 do objímky10
	2	Čištění čočky2 a vložení čočky2 do přípravku
	3	Vložení rozpěrného kroužku poz.4 do přípravku
	4	Čištění čočky3 a vložení čočky3 do přípravku
	5	Vložení rozpěrného kroužku poz.3 do přípravku
	6	Čištění čočky4 a vložení čočky4 do přípravku
	7	Vložení O - kroužku
	8	Překlopení všech položek z přípravku do objímky okuláru
	9	Montáž podsestavy Kroužek okuláru do objímky okuláru
	10	Kontrola čistoty okuláru
20	1	Kontrola hermetičnosti okuláru
	2	Přečištění okuláru

3 Stanovení výkonových norem vybraných podsestav

Předmětem této kapitoly je stanovení výkonových norem vybraných podsestav – Objektivu 42 HD a Okuláru F12 (10×32). U těchto podsestav byly stanoveny výkonové normy následujícími metodami:

- Metodou kvalifikovaného odhadu
- Metodou rozborově chronometrážní
- Metodou předem určených časů Basic MOST

3.1 Metoda kvalifikovaného odhadu

Výkonová norma montáže Objektivu 42 HD byla stanovena metodou kvalifikovaného odhadu na základě odhadu zkušeného technologa. Pro tento způsob stanovení VN je operace rozložena na dílčí činnosti. Výsledná hodnota VN je součtem odhadnutých časů dílčích činností a navýšení v podobě přiměřené časové rezervy pro nepředvídatelné činnosti v operaci. Při stanovení VN na montáži je přihlíženo k počtu a typu montovaných součástí, složitosti montáže, požadované kvalitě sestavy a způsobu měření případně justáži.

Pro Objektiv 42 HD operaci 10 byla odhadnuta metodou kvalifikovaného odhadu VN 9 Nmin, pro operaci 20 byla odhadnuta VN 2,2 Nmin.

Pro Okulár F12 (10×32) operaci 10 byla odhadnuta metodou kvalifikovaného odhadu VN 17 Nmin, pro operaci 20 byla odhadnuta VN 2,5 Nmin.

3.2 Metoda rozborově chronometrážní

Výkonová norma montáže Objektivu 42 HD byla dále stanovena metodou rozborově chronometrážní. Pro dané pozorování je vhodná metoda plynulé chronometráže z důvodu předem známé skladby a sledu úkonů v operaci. Předpokladem pro správné stanovení VN je optimalizovaný a standardizovaný proces, pracoviště a technologický postup. Před započetím měření bylo nutné seznámení pracovníka provádějícího měření s dotyčným pracovištěm a technologickým postupem. Mistrem střediska byl vybrán vhodný pracovník pro pozorovanou operaci montáže a pracovník byl seznámen s průběhem a rozsahem pozorování, s počtem měřených kusů.

Pro Objektiv 42 HD operaci 10 s odhadnutou VN 9 min je doporučen počet cyklů 10, pro operaci 20 s odhadnutou VN 2,2 min je doporučen počet cyklů 15, viz tabulka 9.

Pro Okulár F12 (10×32) operaci 10 s předpokládanou VN 17 min je doporučen počet cyklů 8, pro operaci 20 s předpokládanou VN 2,5 min je doporučen počet cyklů 15, viz tabulka 9.

V době měření byla ale k dispozici jen výrobní dávka o velikosti 10 kusů, z uvedeného důvodu nebylo možné provést měření v doporučeném rozsahu.

Tabulka 9: Tabulka pro stanovení doporučeného počtu cyklů pro operace s převážně pravidelným, dopředu určeným pořadím úkonů [5]

Cyklový čas [min]	Doporučený počet cyklů
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00 – 5,00	15
5,00 – 10,00	10
10,00 – 20,00	8
20,00 – 40,00	5
Nad 40,00	3

Pro záznam operace byla použita videokamera Panasonic HDC-SD60 z důvodu možné další podrobné analýzy procesu, možnosti vyloučení činností nepatřících do VN a většího komfortu při zpracování získaného záznamu průběhu práce.

Obrázek 25: Videokamera Panasonic HDC-SD60

Po ukončení měření byl záznam z měření nahrán do počítače, byl připraven elektronický formulář v programu MS Excel. Do formuláře byly doplněny identifikační údaje, údaje o položce, výrobní dávce, počtu měřených kusů.

Formulář: Video-analýza	Číslo a název položky	Číslo operace/ Velikost výrobní dávky na VP	Pozorovaný zaměstnanec/Osobní čí Název operace: Montáž Počet měřených kusů/dáv
Č. listu: 1	*OBJEKTIV 42 HD*	*OP 10 / 50 ks*	Pořadová č

Poř.číslo	Popis činnosti	Mezní body měření	Čas	1	2	3	4	5	6	7

bní číslo: pí. XXXXX / XXXXX Montáž objektivu ů/dávek: 10 kusů										Pozoroval/Datum: Současný tVmin/ks: Současný tBmin/dávka:		Vránová / 18.1.2016 9,0000	Očištěná časová řada o mezní hodnoty MAX a MIN		Koeficient rozpětí K_r
dová čísla náměrů										Součet "J" časů (min)	Průměrný čas (min/ks) (*min/dáv		Součet "J" časů (min)	Průměrný čas (min/ks) (*min/dávka)	
7	8	9	10	11	12	13	14	15		Počet kusů (*dávka)			Počet kusů (*dávka)		

Obrázek 26: Hlavička chronometrážního listu

V další části je proveden rozbor pořízených videozáznamů pro jednotlivé podsestavy. Hodnoty a informace z měření jsou zapsány do chronometrážích listů, viz přílohy A, B, C, D.

Objektiv 42 HD

Operace 10 je rozdělena na tyto dílčí úseky: příprava pomůcek a materiálu, lakování čočky rozptylky, čištění čočky rozptylky, čištění čočky spojky, seskládání objektivu, úklid pracoviště.

Operace 20 je rozdělena na tyto dílčí úseky: příprava pomůcek a materiálu, přesun k pracovišti kontroly hermetičnosti, kontrola hermetičnosti, přesun zpět na pracoviště, kontrola čistoty, úklid pracoviště.

Okulár F12 (10×32)

Operace 10 je rozdělena na tyto dílčí úseky: příprava pomůcek a materiálu, načištění první čočky, načištění druhé čočky, načištění třetí čočky, načištění čtvrté čočky, seskládání okuláru, úklid pracoviště.

Operace 20 je rozdělena na tyto dílčí úseky: příprava pomůcek a materiálu, přesun k pracovišti kontroly hermetičnosti, kontrola hermetičnosti, přesun zpět na pracoviště, kontrola čistoty, úklid pracoviště.

Při rozboru natočeného videozáznamu byly určeny mezní měřící body a k nim průběžně zapisovány postupné časy. Rozdílem dvou po sobě bezprostředně jdoucích postupných časů je vypočten čas jednotkový. Tento je vypočítán pro všechny časové hodnoty získané opakovaným měřením. Z výpočtu jsou vyloučeny činnosti, které nepatří do VN jako například rozhovor s mistrem, hygienická přestávka, telefonát, práce s vadným vstupujícím materiálem. Informace o důvodu zdržení, přerušení jsou stručně zaznamenány v pozorovacím listu. Následně je stanoven z řady náměrů průměrný čas jednotlivých činností vyjádřený v min/ks a současně je stanoven průměrný čas těchto činností očištěný o krajní hodnoty min a max, které se vyskytly v řadě časových náměrů činnosti.

J	0:00:21	0:00:18	0:00:13	Vzor výpočtu jednotkového času:
P	0:00:33	0:03:05	0:05:28	0:06:23 - 0:05:40 = 0:00:43
J	0:00:07	0:00:06	0:00:12	
P	0:00:40	0:03:11	0:05:40	čas postupný
J	0:00:14	0:00:07	0:00:43	čas jednotkový
P	0:00:54	0:03:18	0:06:23	čas postupný
J	0:00:18	0:00:30	0:00:27	
P	0:01:12	0:03:48	0:06:50	J čas jednotkový
				P čas postupný

Obrázek 27: Vzor výpočtu jednotkového času

Součtem průměrných časů jednotlivých činností jsou stanoveny dva celkové operační časy t_V min/ks pro měřenou operaci – celkový čas a celkový očištěný čas. Pro stanovení VN je třeba zvolit jeden z uvedených časů. Rozhoduje se podle míry možného výskytu komplikací. U problémových operací se volí vyšší hodnota.

Pozoroval/Datum:			Vránová / 18.1.2016	**Očištěná časová řada o mezní hodnoty MAX a MIN**	
Současný tVmin/ks:			2,0000		
		Součet "J" časů (min)	**Průměrný čas (min/ks) (*min/dávka)**	**Součet "J" časů (min)**	**Průměrný čas (min/ks) (*min/dávka)**
11	**12**	**Počet kusů (*dávka)**		**Počet kusů (*dávka)**	
			0:01:51		
		0:00:30	0:00:01	0:00:30	0:00:01
		25		25	
Celkem tVmin/ks (*tBmin/dávka)			0:01:52		0:01:48
			tVmin/ks tBmin/dávka		**tVmin/ks** tBmin/dávka
			1,8667		1,7333
Návrh tVmin/ks (tBmin/dávka)					**1,9000**

Obrázek 28: Ukázka výsledků celkového času a celkového očištěného času

Pro Objektiv 42 HD operaci 10 je metodou rozborově chronometrážní stanovena VN 6,7 Nmin, pro operaci 20 je stanovena VN 1,9 Nmin – viz příloha A, B.

Pro Okulár F12 (10×32) operaci 10 je metodou rozborově chronometrážní stanovena VN 13,25 Nmin, pro operaci 20 je stanovena VN 2,25 Nmin – viz příloha C, D.

Při ruční montáži ve firmě je přípravný čas t_B min/dávka vzhledem k jeho krátkým časům trvání zahrnut při výpočtu do času operačního, tzn. je rozpočítán na jednici a připočten k sumě času operačního.

Hodnověrnost měření spotřeby času

Časová řada naměřených hodnot kolísá, je způsobena odchylkami pracovního výkonu pracovníka, vstupujícím materiálem, vlivy prostředí.

Pro ověření spolehlivosti provedeného měření je vypočítán nebo stanoven počet skutečně potřebných náměrů pro danou operaci dvěma následujícími metodami:

A) Hodnověrnost měření dle koeficientu rozpětí

Jedním ze způsobů zjištění ukazatelů kolísavosti časové řady je výpočet koeficientu rozpětí. Koeficient rozpětí je definován jako podíl největší a nejmenší hodnoty časové řady.

Výpočet koeficientu rozpětí:

$$K_r = t_{MAX} / t_{MIN} \qquad [1] \qquad (7)$$

K_r koeficient rozpětí [-]

t_{MAX} největší hodnota časové řady [min]

t_{MIN} nejmenší hodnota časové řady [min]

Čím více se koeficient rozpětí blíží k hodnotě 1, tím se vypočtená průměrná hodnota VN více přibližuje skutečnosti. Přesahuje-li hodnota koeficientu rozpětí doporučený rozsah, vypovídá to o nespolehlivosti výsledků a musí být zvýšen počet náměrů. [1].

Dle literatury se v sériové výrobě a při větší různorodosti pracovních činností pohybuje koeficient rozpětí K_r od 1,5 do 2,5. V kusové výrobě a ručních činnostech dosahuje hodnot 3 i více. [3]

Dle vzorce (7) jsou vypočteny koeficienty rozpětí pro operace Objektiv 42 HD a pro Okulár F12 (10×32), viz příloha A, B, C, D.

Tabulka 10: Hodnoty t_{MIN} t_{MAX} z chronometráž. listu pro výpočet koeficientu rozpětí K_r

Pozorovaný zaměstnanec/Osobní číslo: pí. XXXXX / XXXXX **Název operace:** Kontrola hermetičnosti **Počet měřených kusů/dávek:** 10 kusů											**Pozoroval/Datum:** **Současný tVmin/ks:** **Současný tBmin/dávka:**	Vránová / 18.1.2016 2,5000	**Očištěná časová řada o mezní hodnoty MAX a MIN**		**Koeficient rozpětí K_r**
Pořadová čísla náměrů											**Součet "J" časů (min)**	**Průměrný čas (min/ks) (*min/dávka)**	**Součet "J" časů (min)**	**Průměrný čas (min/ks) (*min/dávka)**	
Čas	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**Počet kusů (*dávka)**		**Počet kusů (*dávka)**		
DČ	0:00:30										0:00:30	0:00:01	0:00:30	0:00:01	
	0:00:30									0:00:30	25		25		
DČ	0:00:36										0:00:36	0:00:01	0:00:36	0:00:01	
	0:00:36										25		25		
J	0:00:55	0:01:23	0:01:14	0:01:22	0:01:21	0:01:21	0:01:17	0:01:25	0:01:18	0:01:19	0:12:55	0:01:17	0:10:35	0:01:19	1,02
P	0:01:25	0:02:48	0:04:02	0:05:24	0:06:45	0:08:06	0:09:23	0:10:48	0:12:06	0:13:25	10		8		
DČ	0:00:34										0:00:34	0:00:01	0:00:34	0:00:01	
	0:00:34										25		25		
J	0:00:51										0:00:51	0:00:51	0:00:51	0:00:51	
P	0:00:51										1		1		
CO	0:01:51	0:02:19	0:02:10	0:02:18	0:02:17	0:02:17	0:02:13	0:02:21	0:02:14	0:02:15		0:02:14			1,27

Vzor výpočtu koeficientu rozpětí pro Okulár F12 (10×32), operace 20.

t_{MAX} = 0:02:21, =>141 [min]

t_{MIN} = 0:01:51, =>111 [min]

K_r = 141 / 111

K_r = 1,27 [-]

Pro Objektiv 42 HD operaci 10 byl vypočten koeficient rozpětí 1,80, pro operaci 20 byl vypočten koeficient rozpětí 1,75 – viz příloha A, B.

Pro Okulár F12 (10×32) operaci 10 byl vypočten koeficient rozpětí 1,92, pro operaci 20 pro operaci 20 byl vypočten koeficient rozpětí 1,27 – viz příloha C, D.

Tabulka 11: Vypočtené hodnoty koeficientu rozpětí K_r

	Nejvyšší hodnota t_{MAX}	Nejnižší hodnota t_{MIN}	Koeficient rozpětí K_r
Objektiv 42 HD operace 10	0:09:16	0:05:09	1,80
	9,27	5,15	
Objektiv 42 HD operace 20	0:02:31	0:01:26	1,75
	2,52	1,43	
Okulár F12 (10×32) operace 10	0:19:08	0:10:01	1,92
	19,13	10,02	
Okulár F12 (10×32) operace 20	0:02:21	0:01:51	1,27
	2,35	1,85	

Pro vypočtené hodnoty koeficientu rozpětí K_r jsou dle tabulky 12 stanoveny orientační počty náměrů.

Tabulka 12: Doporučené orientační počty náměrů dle známého K_r pro operace s převážně pravidelným, dopředu určeným pořadím úkonů [5]

Délka cyklu operace [min]	Přípustná chyba	Počet měření při Kr		
		do 1,5	do 2,0	nad 2,5
1	2,0	25	50	70
2	3,2	12	25	35
5	3,8	10	20	30
15	4,7	8	15	20
30	6,4	5	10	14
60	11,6	5	5	7

Dle tabulky 12 je pro Objektiv 42 HD operaci 10 doporučený počet měření 15, pro operaci 20 je doporučený počet měření 25.

Pro Okulár F12 (10×32) operaci 10 je doporučený počet měření 15, pro operaci 20 je doporučený počet měření 10.

B) Hodnověrnost měření podle vzorce pomocí směrodatné odchylky

Přesnější stanovení potřebného počtu měření pro 95% spolehlivost měření, je spočítáno podle vzorce pomocí směrodatné odchylky (5).

Dle vzorce (5) jsou vypočteny koeficienty rozpětí pro operace Objektiv 42 HD a pro Okulár F12 (10×32), viz tabulka 13.

Vzor výpočtu počtu měření pro Objektiv 42 HD, operaci 20 viz tabulka 13.

$$n = \left(\frac{1{,}96 \times 0{,}3657}{0{,}05 \times 1{,}8466}\right)^2$$

n = 60,26

s = 0,3657 (Výpočet směrodatné odchylky prostřednictvím excelovské funkce SMODCH.VÝBĚR)

z = 1,96

k = 0,05

$\overline{X}$ = 1,8466

Tabulka 13: Výsledky výpočtu počtu náměrů

KONTROLA SPOLEHLIVOSTI MĚŘENÍ - VÝPOČET POTŘEBNÉHO POČTU NÁMĚRŮ												
1. náměr [min]	2. náměr [min]	3. náměr [min]	4. náměr [min]	5. náměr [min]	6. náměr [min]	7. náměr [min]	8. náměr [min]	9. náměr [min]	10. náměr [min]	Aritmet. průměr X	Směro-datná odchylka s	Počet náměrů n
Objektiv 42 HD, operace 10												
0:05:32	0:05:09	0:05:40	0:05:29	0:06:58	0:09:16	0:07:02	0:06:48	0:07:30	0:07:17	6,6683	1,2500	54
5,5333	5,1500	5,6666	5,4833	6,9666	9,2666	7,0333	6,8000	7,5000	7,2833			
Objektiv 42 HD, operace 20												
0:02:02	0:01:26	0:01:29	0:02:10	0:01:48	0:01:53	0:01:31	0:02:08	0:01:30	0:02:31	1,8466	0,3657	60
2,0333	1,4333	1,4833	2,1666	1,8000	1,8833	1,5166	2,1333	1,5000	2,5166			
Okulár F12 (10×32), operace 10												
0:12:04	0:10:48	0:11:48	0:19:08	0:10:12	0:11:11	0:10:01	0:17:26	0:12:53	0:16:56	13,2200	3,3354	98
12,0666	10,8000	11,5500	19,1333	10,2000	11,1833	10,0166	17,4333	12,8833	16,9333			
Okulár F12 (10×32), operace 20												
0:01:51	0:02:19	0:02:10	0:02:18	0:02:17	0:02:17	0:02:13	0:02:21	0:02:14	0:02:15	2,2250	0,1419	6
1,8500	2,3166	2,1666	2,3000	2,2833	2,2833	2,2166	2,3500	2,2333	2,2500			

Pro 95% spolehlivost měření je pro Objektiv 42 HD operaci 10 vypočten doporučený počet měření 54, pro operaci 20 je doporučený počet měření 60, viz tabulka 13.

Pro Okulár F12 (10×32) operaci 10 je doporučený počet měření 98, pro operaci 20 je vypočten doporučený počet měření 6, viz tabulka 13.

3.3 Metoda předem určených časů Basic MOST

Výkonová norma montáže Objektivu 42 HD a Okuláru F12 (10×32) byla dále stanovena metodou předem definovaných časů MOST. Vzhledem k cyklovým časům opakovaných operací pohybujících se v minutách a četnosti opakovatelnosti 30 – 300 ks za směnu byla zvolena metoda Basic MOST. Pro provedení podrobné analýzy průběhu operace byl použit pořízený videozáznam operace. Do připraveného elektronického formuláře v programu EXCEL jsou doplněny identifikační údaje, informace o položce, výrobní dávce, počtu měřených kusů. Dále jsou do řádků formuláře podrobně rozepsány jednotlivé úkony, pohyby v operaci a k nim jsou stanoveny nejvhodnější vzorce základních pohybů. K jednotlivým pohybům jsou přiřazeny z DATA KARTY číselné indexy (viz obrázek 8, 11, 14), které určují druh pohybu a jeho časovou náročnost. Pro zpracovávané operace jsou použity tři pohybové modely – obecné přemístění, řízené přemístění a použití nástroje (viz obrázek 6, 9, 12).

Příklady pohybových modelů vyjmuté z příloh stanovení VN metodou Basic MOST - viz přílohy E, F, G, H.

Manipulace s mechanickou položkou přípravkem

		Uchopit přípravek	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	1	A	0		0		0		0	1		40
					1		1		1		1		1		1		1		1		1		1			
		Umístit objímku na přípravek, umístit ji tlakem a s péčí (nacvaknout)	V	A	0	B	0	G	0	A	1	B	0	P	6	A	0		0		0		0	1		70
					1		1		1		1		1		1		1		1		1		1			
		Otočit objímku s přípravkem, s péčí	V	A	0	B	0	G	3	A	1	B	0	P	6	A	0		0		0		0	1		100
					1		1		1		1		1		1		1		1		1		1			
		Vytáhnout přípravek z objímky	V	A	0	B	0	G	3	A	1	B	0	P	1	A	0		0		0		0	1		50
					1		1		1		1		1		1		1		1		1		1			

Obrázek 29: Příklad pohybového modelu obecné přemístění

Ofuk optické položky

		Uchopit pistoli pro tlakový vzduch umístit ji k součásti	V	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	3	A	0		0		0		0	1		60
					1		1		1		1		1		1		1		1		1		1			
		Zmáčknout pojistku, spustit proud vzduchu	R	A	0	B	0	G	0	M	1	X	3	I	0	A	0		0		0		0	1		40
					1		1		1		1		1		1		1		1		1		1			
		Odložit pistoli pro tlakový vzduch na háček	V	A	0	B	0	G	0	A	1	B	0	P	3	A	0		0		0		0	1		40
					1		1		1		1		1		1		1		1		1		1			

Obrázek 30: Příklad pohybového modelu řízené přemístění

Zašroubování zajišťovací matice do mechanické položky

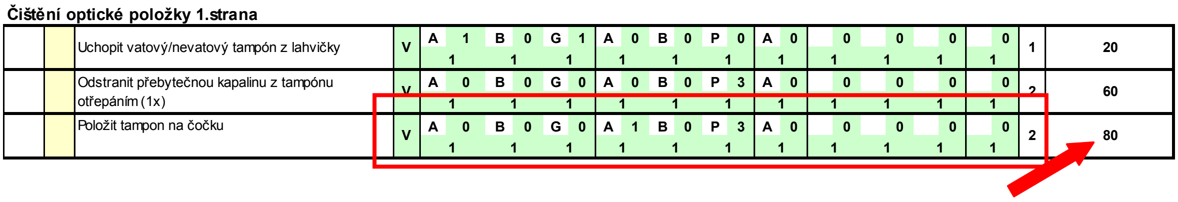
		Uchopit zajišťovací matici a zašroubovat ji rukou do objímky - sestavy (17x zápěstí),	NF	A 1 1	B 0 1	G 1 1	A 1 1	B 0 1	P 1 1	F 32 1	A 1 1	B 0 1	P 1 1	A 0 1	1	380

Zašroubování závitové sestavy montážním klíčem

		Uchopit montážní klíč, zašroubovat zajišťovací matici (2x zápěstí), položit montážní klíč	NF	A 1 1	B 0 1	G 1 1	A 1 1	B 0 1	P 3 1	F 6 1	A 1 1	B 0 1	P 1 1	A 0 1	1	140

Obrázek 31: Příklad pohybového modelu pro použití nástroje

V dalším kroku jsou sečteny hodnoty jednotlivých indexů pohybového modelu na každém řádku a vynásobeny číslem 10. Výsledek je zapsán do poslední kolonky v příslušném řádku a rovná se vypočítanému průměrnému času vyjádřenému v jednotkách TMU.



Čištění optické položky 1.strana

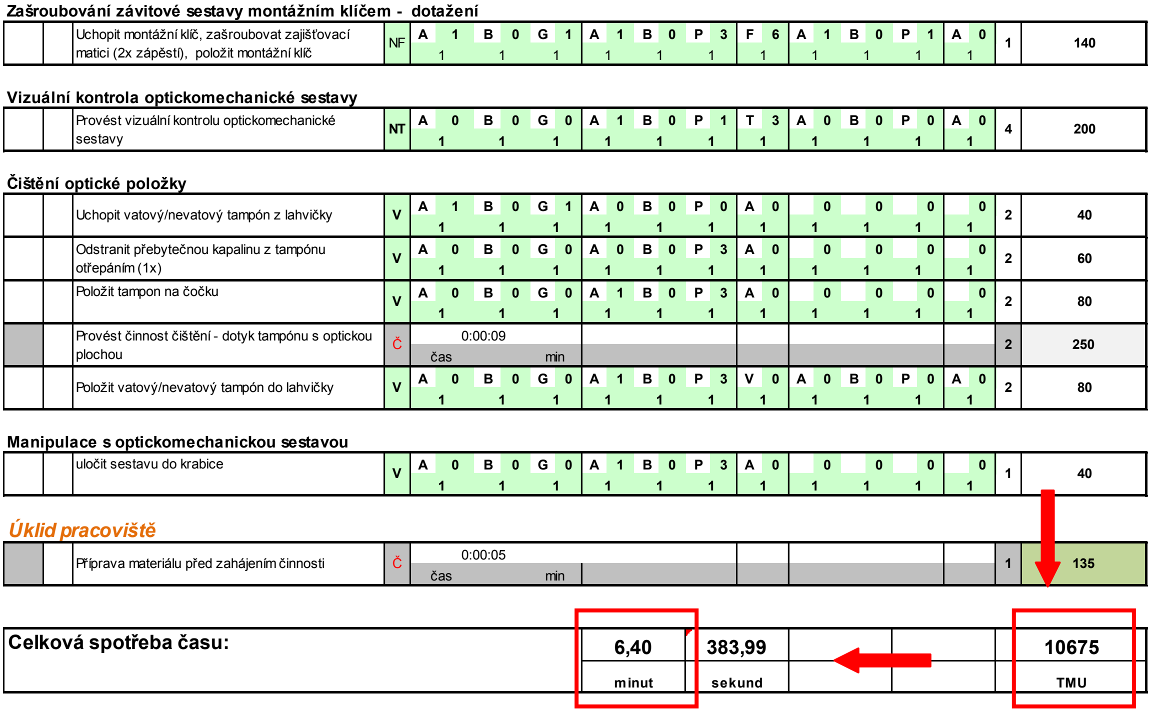
		Uchopit vatový/nevatový tampón z lahvičky	V	A 1 1	B 0 1	G 1 1	A 0 1	B 0 1	P 0 1	A 0 1	0 1	0 1	0 1	0 1	1	20
		Odstranit přebytečnou kapalinu z tampónu otřepáním (1x)	V	A 0 1	B 0 1	G 0 1	A 0 1	B 0 1	P 3 1	A 0 1	0 1	0 1	0 1	0 1	2	60
		Položit tampon na čočku	V	A 0 1	B 0 1	G 0 1	A 1 1	B 0 1	P 3 1	A 0 1	0 1	0 1	0 1	0 1	2	80

Obrázek 32: Vzor výpočtu hodnoty TMU pohybového modelu

Příklad výpočtu hodnoty TMU pohybového modelu dle obrázku 32:

$$(1+3) \times 2 \times 10 = 80 \text{ TMU}$$

Pro zjištění celkového operačního času (výkonové normy) jsou sečteny všechny hodnoty TMU jednotlivých řádků. Suma jednotek TMU je převedena na minuty.



Zašroubování závitové sestavy montážním klíčem - dotažení

		Uchopit montážní klíč, zašroubovat zajišťovací matici (2x zápěstí), položit montážní klíč	NF	A 1 1	B 0 1	G 1 1	A 1 1	B 0 1	P 3 1	F 6 1	A 1 1	B 0 1	P 1 1	A 0 1	1	140

Vizuální kontrola optickomechanické sestavy

		Provést vizuální kontrolu optickomechanické sestavy	NT	A 0 1	B 0 1	G 0 1	A 1 1	B 0 1	P 1 1	T 3 1	A 0 1	B 0 1	P 0 1	A 0 1	4	200

Čištění optické položky

		Uchopit vatový/nevatový tampón z lahvičky	V	A 1 1	B 0 1	G 1 1	A 0 1	B 0 1	P 0 1	A 0 1	0 1	0 1	0 1	0 1	2	40
		Odstranit přebytečnou kapalinu z tampónu otřepáním (1x)	V	A 0 1	B 0 1	G 0 1	A 0 1	B 0 1	P 3 1	A 0 1	0 1	0 1	0 1	0 1	2	60
		Položit tampon na čočku	V	A 0 1	B 0 1	G 0 1	A 1 1	B 0 1	P 3 1	A 0 1	0 1	0 1	0 1	0 1	2	80
		Provést činnost čištění - dotyk tampónu s optickou plochou	Č	0:00:09 čas min											2	250
		Položit vatový/nevatový tampón do lahvičky	V	A 0 1	B 0 1	G 0 1	A 1 1	B 0 1	P 3 1	V 0 1	A 0 1	B 0 1	P 0 1	A 0 1	2	80

Manipulace s optickomechanickou sestavou

		uločit sestavu do krabice	V	A 0 1	B 0 1	G 0 1	A 1 1	B 0 1	P 3 1	A 0 1	0 1	0 1	0 1	0 1	1	40

Úklid pracoviště

		Příprava materiálu před zahájením činnosti	Č	0:00:05 čas min											1	135

Celková spotřeba času:	6,40 minut	383,99 sekund			10675 TMU

Obrázek 33: Stanovení výsledné hodnoty výkonové normy dle přílohy E

Pro Objektiv 42 HD operaci 10 byla metodou Basic MOST stanovena VN 6,4 min (viz příloha E), pro operaci 20 byla stanovena VN 1,5 min (viz příloha F).

Pro Okulár F12 (10×32) operaci 10 byla metodou Basic MOST stanovena VN 10,1 min (viz příloha G), pro operaci 20 byla stanovena VN 1,95 min (viz příloha H).

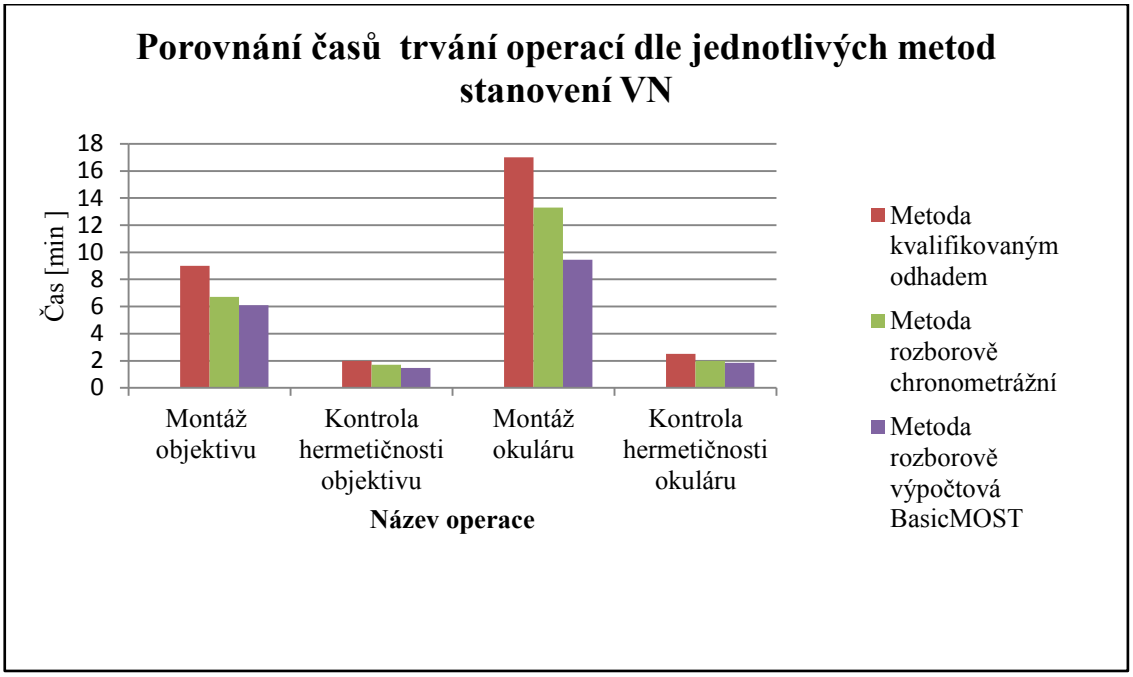
Pro stanovení délky čištění optických součástí není možno stanovit indexy časové náročnosti u vhodného sekvenčního modelu. Pro účely této práce byly do řádků úkonů, pohybů čištění dosazeny průměrné časy získané z měření metodou chronometráže.

Pro velkou časovou náročnost zpracování metodou Basic MOST byly pro úseky operací 10 „příprava před zahájením činnosti“, „úklid pracoviště“ a v operaci 20 „strojní čas zařízení při kontrole hermetičnosti“, použity průměrné časy získané z měření metodou chronometráže.

4 Porovnání použitých metod a zhodnocení jejich použitelnosti v podniku

Tabulka 14: Časy trvání operací stanovené jednotlivými metodami

Časy trvání operací stanovené jednotlivými metodami				
Název operace	Montáž objektivu	Kontrola hermetičnosti objektivu	Montáž okuláru	Kontrola hermetičnosti okuláru
Způsob stanovení VN	[Nmin]	[Nmin]	[Nmin]	[Nmin]
Metoda kvalifikovaného odhadu	9	2,2	17	2,5
Metoda rozborově chronometrážní	6,7	1,9	13,25	2,25
Metoda rozborově výpočtová Basic MOST	6,4	1,5	10,1	1,95



Obrázek 34: Porovnání časů trvání operací dle jednotlivých metod stanovení VN

Porovnání a zhodnocení použitých metod a jejich výsledků při stanovení VN:

Z průběhu montáže a výsledků měření jsou vidět následující poznatky:

- Metoda kvalifikovaného odhadu stanovila nejdelší časy ze všech použitých metod, metoda Basic MOST stanovila nejkratší časy ze všech použitých metod.
- Metoda kvalifikovaného odhadu nadhodnocuje výkonovou normu a je nejméně přesná.
- Metoda Basic MOST je z použitých metod nejobjektivnější, je dobře použitelná u standardizovaných montážních činností s přesně definovaným postupem úkonů (např. vkládání dílů, šroubování, manipulace s díly apod.). Tato metoda ale vůbec nepostihuje činnosti ručního čištění, kontroly optických členů a strojní časy.
- Při použití metody Basic MOST v úseku montáže, kde se provádí čištění optických členů a vizuální hodnocení jejich čistoty montážním pracovníkem, bylo nutné použít průměrné hodnoty měření získané metodou chronometráže. Metoda Basic MOST tyto činnosti nepostihuje.
- Při analýze videozáznamu je vidět že při montáži objektivu a okuláru pracovník použil během montáže různé metody čištění optických členů. To se významně projevilo v naměřených časech uvedené činnosti, které mají vliv na spolehlivost měření. Montážní postup nespecifikuje způsob čištění optických členů, montážní pracovník si způsob čištění určuje sám.
- Metoda rozborově chronometrážní je použitelná pro stanovení VN při montáži opticko-mechanických výrobků, ale výsledky jsou značně ovlivněny subjektivním vlivem montážního pracovníka.
- Zpracování metodou předem určených časů Basic MOST je časově nejnáročnější na zpracování, zahrnuje vytvoření 1 – 2 náměrů, rozčlenění činností na úseky a jednotlivé pohyby, ke všem pohybům jsou přiřazeny správné sekvenční modely, stanoveny správné indexy, výsledné součty jsou vyjádřeny v jednotkách TMU a minutách.

Metoda rozborově chronometrážní zahrnuje vytvoření deseti náměrů, rozčlenění činností na úseky nebo logické celky, stanovení mezních bodů, změření a zápis průběžných časů, stanovení jednotkových časů a výpočet průměrného času. Tato chronometrážní metoda je časově méně náročná než metoda Basic MOST. Metoda kvalifikovaného odhadu je časově nejméně náročná ale také nejméně přesná.

- Při montáži okuláru se vyskytl problém s nečistotami uvnitř okuláru a bylo nutné v závěru montáže okulár demontovat, přečistit a znovu smontovat, což je činnost, která není pravidelná a nelze ji zahrnout do metody Basic MOST, která předpokládá standardizovaný postup. Metoda Basic MOST stanovila čas montáže kratší než metoda rozborově chronometrážní.
- Při montáži objektivu a kontrole hermetičnosti je stanoven metodou Basic MOST také kratší čas než metodou rozborově chronometrážní u které se projevily vlivy nečistot při montáži, které způsobily větší rozptyl výsledků.

Tabulka 15: Počet řádků dokumentace jednotlivých metod měření

Počet řádků dokumentace jednotlivých metod měření			
	Kvalifikovaný odhad	Chronometráž	Basic MOST
Objektiv 42 HD, operace 10	1	48	124
Objektiv 42 HD, operace 20	1	7	39
Okulár F12 (10×32), operace 10	1	24	175
Okulár F12 (10×32), operace 20	1	7	39
Průměr	**1**	**22**	**94**

Dle výpočtu z tabulky vyplývá, že zápis v metodě Basic MOST je v našem případě 5x obsáhlejší než v metodě chronometrážní. Vzhledem k tomu, že zápis chronometráže byl vzhledem k analýze času činností čištění a kontrola optických členů podrobnější než je standardní, dá se předpokládat u jiných bezproblémových činností počet řádku chronometráže menší, pak by se tedy projevil větší rozdíl vzhledem k metodě Basic MOST.

Tabulka 16: Porovnání metod použitých při stanovení VN

Porovnání metod použitých při stanovení VN pro Objektiv 42 HD a Okulár F12 (10×32)			
	Metoda kvalifikovaného odhadu	Chronometráž	Basic MOST
Délka času VN	nejdelší	delší než u metody Basic MOST, kratší než u metody kvalifikovaného odhadu	nejkratší
Pracnost	nejkratší čas zpracování, minimální rozsah dokumentace	menší než u metody Basic MOST, větší než u metody kvalifikovaného odhadu	nejdelší čas zpracování, velký rozsah dokumentace
Počty náměrů	žádné	změřeno 10, pro 95% spolehlivost měření jsou vypočteny hodnoty, viz tabulka 13	1 – 2
Použitelnost metody pro stanovení VN operace	pro předkalkulace, kusová výroba, před zahájením výroby	při zavedení výrobku do kusové i sériové výroby	před / při zavedení výrobku do sériové výroby
Použitelnost metody u činnosti čištění a kontroly optických členů	lze použít	lze použít	nelze použít
Použitelnost metody pro tvorbu normativů	nevhodná	použitelná za předpokladu dostatečného počtu náměrů	vhodná
Objektivita	značně ovlivnitelná zkušeností technologa	značně ovlivnitelná montážním pracovníkem nebo dalšími vlivy	nejobjektivnější
Podmínky použitelnosti	kvalifikovaný technolog	standardizovaná výroba, zaškolený montážní pracovník, dostatečný počet kusů, stopky/videokamera	definovaný výrobní postup, proškolený normovač, videokamera výhodou
Hodnověrnost / přesnost stanovení VN	nepřesná	přesnost lze stanovit výpočtem dle vzorce (5) pomocí směrodatné odchylky	hodnověrná

Návrhy pro stanovení časů činností čištění a kontroly optických členů:

- Pro objektivní stanovení časů činností čištění a kontroly optických členů je nutné standardizovat tyto činnosti v technologickém postupu, následně vytvořit normativy spotřeby práce, aby zjištěné časy nebyly závislé na subjektivním vlivu pracovníka.
- Tyto normativy by byly stanoveny metodou rozborově chronometrážní.
- Při tvorbě normativů by měl být pořízen dostatečný počet náměrů, takový aby zajišťoval dostatečnou spolehlivost měření. Spolehlivost se zjistí výpočtem orientačního ukazatele koeficient rozpětí dle vzorce (7). Pro stanovení potřebného minimálního počtu náměrů se provede jeho výpočet dle vzorce pomocí směrodatné odchylky (5). Naměřené výsledky pořízené dostatečným počtem měření budou očištěny, zprůměrovány a vytvořen normativ.
- Při tvorbě normativů je pro větší objektivitu potřeba provést náměry více montážních pracovníků, minimálně čtyř.
- Vytvořené normativy pro činnosti čištění a kontrola optických členů by byly využitelné při stanovení VN metodou rozborově chronometrážní a metodou Basic MOST u operací ve kterých se vyskytují tyto dílčí činnosti.
- Stanovení navrhovaných normativů již nebylo možné realizovat v této práci vhledem omezenému počtu kusů, které byly k dispozici k měření a rozsahu této práce.

5 Celkové zhodnocení přínosu práce a závěr

Diplomová práce se zabývá problematikou stanovení výkonových norem montáže opticko-mechanických přístrojů.

Teoretická část se zabývá vysvětlením pojmů týkajících se analýzy a měření práce, rozdělení norem spotřeby času pracovníka a výrobního zařízení. Jsou zde vysvětleny rozborové metody stanovení výkonových norem, mezi které patří metoda rozborově chronometrážní, metoda rozborově výpočtová, metoda rozborově porovnávací a metoda kvalifikovaného odhadu. Dále jsou stručně popsány sumární metody stanovení výkonových norem a rozdělení metod měření spotřeby času na metody přímé, tj. časové studie a metody nepřímé, tj. systém předem stanovených časů.

V praktické části je proveden rozbor současného stavu na montáži opticko-mechanických přístrojů v podniku Meopta - optika, s.r.o. Je popsán montážní provoz a jeho střediska, uspořádání pracovišť, detailně je popsáno středisko montáže binokulárních dalekohledů. Práce obsahuje popis procesu tvorby výkonových norem na montáži, důvody pro provedení a podmínky pro jeho řádný průběh. Pro vlastní práci byly vybrány dva výrobky sportovní optiky a zvoleny dvě konkrétní podsestavy – Objektiv 42 HD a Okulár F12 (10×32), pro které byly následně stanoveny výkonové normy. Pro vybrané podsestavy je popsán postup montáže, proveden rozbor montážních činností. Výkonové normy jsou stanoveny třemi metodami: metodou kvalifikovaného odhadu, metodou rozborově chronometrážní a metodou předem určených časů Basic MOST. Byl pořízen videozáznam pro stanovení výkonové normy metodou rozborově chronometrážní a tento videozáznam byl také použit pro analýzu metodou Basic MOST.

V závěru práce jsou uvedeny výsledky a vyvozeny závěry ze kterých vyplývá, že výkonové normy stanovené používanými metodami jsou v některých montážních činnostech značně ovlivněny subjektivními vlivy zejména u opakujících se činností čištění a kontrola optických členů. U ostatních činností jako například manipulace s díly, skládání dílů, šroubování atd. poskytují používané metody odpovídající výsledky. Přínosem této práce je popis a vyhodnocení současného způsobu stanovení VN na montáži ve firmě Meopta - optika, s.r.o., návrh na zavedení normativů pro problémové činnosti a doporučení postupu pro jejich vytvoření. Stanovené normativy by byly použitelné nejen pro binokulární dalekohledy ale pro všechny opticko-mechanické sestavy vyráběné ve firmě.

Seznam použité literatury a informačních zdrojů

[1] KOLEKTIV AUTORŮ. *Metodika normování práce.* Praha: VÚSTE, 1973, 416 S

[2] KRIŠŤAK, Jozef. *Metody předem určených časů* [online]. 2007 [vid. 2016-02-18] Dostupné z: http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovnik/metody-predem-urcenych-casu

[3] LHOTSKÝ, Oldřich. *Organizace a normování práce v podniku.* Vyd. 1. Praha: ASPI, 2005, 104 s. ISBN 80-735-7095-5.

[4] NOVÁK, Josef a Pavlína ŠLAMPOVÁ. *Racionalizace výroby*. [online]. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava 2007, 75 s. [vid. 2016-03-18]. Dostupné z: http://projekty.fs.vsb.cz/414/racionalizace-vyroby.pdf

[5] PAVELKA, Marcel. *Analýza a normování práce*. Želevčice: API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o. 2005 – w 2015, 201

[6] SNIDERMAN, Debbie. *Frederick Winslow Taylor. The american society of mechanical engineers* [online]. New Zork: The American Society of Mechanical Engineers. 2012 [vid. 2016-03-18]. Dostupné z: https://www.asme.org/engineering-topics/articles/manufacturing-processing/frederick-winslow-taylor

[7] ŠAJDLEROVÁ, I. *Organizace a řízení výroby.* Vyd. 1 Ostrava: Fakulta strojní VŠB-TUO, 2012, 223 s. ISBN 978-80-248-2775-9

[8] VIŠŇANSKÝ, Matúš. *Analýza a meranie práce v systéme BASICMOST: Štíhle semináre - Vzdelávanie s individuálnym prístupom*. Žilina: IPA Slovakia, 2010.

[9] JONES, Gerry. *Asa Bertrand Segur: Biography* [online]. [vid. 2016-05-01]. Dostupné z: http://gilbrethnetwork.tripod.com/bio.html

[10] *Pioneers in Improvement and our Modern Standard of Living:* Biography of Frank and Lillian Gilbreth. *IW/SI News* [online]. 1968 [vid. 2016-05-01]. Dostupné z: http://gilbrethnetwork.tripod.com/bio.html

[11] Meopta - optika, s.r.o. Přerov, *Interni zdroje, 2016*

[12] Meopta - optika, s.r.o. *Sportovní optika* [online]. Přerov, 2012 [vid. 2016-03-18]. Dostupné z: http://www.meoptasportsoptics.com/cz/overview/spektivy-6/meostar-s-16.html

[13] Meopta - optika, s.r.o.: *Sportovní optika: binokulární dalekohledy* [online]. Přerov, 2012 [vid. 2016-03-18]. Dostupné z: http://www.meoptasportsoptics.com/cz/overview/binokulary-2/meostar-b1-18.html

[14] Meopta - optika, s.r.o.*: Specifikace montážních prostor* [online]. Přerov, 2013 [vid. 2016-03-18]. Dostupné z: http://www.meopta.cz/cz/specifikace-montaznich-prostor-1404041242.html

[15] *Therblig: The 18 therbligs.* [online]. Wikipedia, The Free Encyclopedia. c2015. [vid. 2016-03-18]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Therblig

Seznam příloh

Poděkování

Chtěla bych poděkovat firmě Meopta - optika, s.r.o. že mi umožnila vypracovat diplomovou práci v její firmě a za poskytnutí podkladů a materiálů k vypracování diplomové práce.

Dále bych chtěla poděkovat paní Ing. Ivaně Šajdlerové, Ph.D za cenné rady, které mi poskytla a za pomoc při vypracování diplomové práce.